

part of
#7

VERIFICATION

I, Noriko Ono, No. 302 Wakai Bldg., 7-8, Higashi-Ikebukuro 3-chome, Toshima-ku, Tokyo 170-0013, Japan, do solemnly and sincerely declare that I well understand the Japanese language and English language and that the attached documents in English are full, true, and faithful translation of the documents filed by Shin-Etsu Handotai Co., Ltd. and Mimasu Semiconductor Industry Co., Ltd., in the Japanese Patent Office on January 31, 2000 in respect of a Japanese Patent application; and I make this solemn verification conscientiously believing the same to be true.

On this 15th day of December, 2003

At Tokyo, Japan

Noriko Ono

Noriko ONO

PATENT OFFICE

JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: January 31, 2000

Application Number: Patent Application 2000-022591

Applicant(s): SHIN-ETU HANDOTAI CO., LTD.
MIMASU SEMICONDUCTOR INDUSTRY CO., LTD.

【Name of document】 PATENT APPLICATION

【Reference number】 75880-P

【Date of submission】 January 31, 2000

【Address】 To Commissioner of Japanese Patent Office

5 Mr. Takahiko KONDO

【International patent classification】 H01L 21/463

【Number of claims】 31

【Inventor】

10 【Address】 c/o MIMASU SEMICONDUCTOR INDUSTRY Co., Ltd.,
Kamisato Plant, 2174-1, Hodota, Gunma-machi,
Gunma-gun, Gunma-ken, Japan

【Name】 Etsuo KIUCHI

【Inventor】

15 【Address】 c/o MIMASU SEMICONDUCTOR INDUSTRY Co., Ltd.,
Kamisato Plant, 2174-1, Hodota, Gunma-machi,
Gunma-gun, Gunma-ken, Japan

【Name】 Toshiyuki HAYASHI

【Patent Applicant】

【Identification number】 000190149

20 【Address】 4-2, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku,
Tokyo, Japan

【Name】 SHIN-ETSU HANDOTAI Co., Ltd.

【Representative】 Shunichi KOYANAGI

【Patent Applicant】

25 【Identification number】 390004581

【Address】 762, Ashikado, Gunma-machi, Gunma-gun, Gunma-ken,
Japan

【Name】 MIMASU SEMICONDUCTOR INDUSTRY Co., Ltd.

【Representative】 Masayuki NAKAZAWA

5 【Attorney】

【Identification number】 100080230

【Address】 No.302 Wakai Bldg., 7-8, Higashi-Ikebukuro
3-chome, Toshima-ku, Tokyo, Japan

【Patent Attorney】

10 【Name】 Shoji ISHIHARA

【Telephone】 03-5951-0791

【Indication of payment of official fee】

【Number of pre-payment】 006921

【Amount of pre-payment】 21000

15 【List of submitted paper】

【Name of the submitted paper】	Specification	1
-------------------------------	---------------	---

【Name of the submitted paper】	Drawing (s)	1
-------------------------------	-------------	---

【Name of the submitted paper】	Abstract	1
-------------------------------	----------	---

【Number of general power of attorney】	9804626
---------------------------------------	---------

20 【Number of general power of attorney】	9702104
--	---------

【Need of proof】 Yes

【Name of document】 SPECIFICATION

【Title of the invention】 POLISHING APPARATUS AND
METHOD

【Claims】

5 【Claim 1】 A polishing apparatus comprising:

 a polishing table; and

 a work holding plate,

 wherein a work held on the work holding plate is polished
supplying a polishing agent solution, and in polishing action, an
10 amount of deformation of the polishing table in a direction normal to
an upper surface thereof and/or an amount of deformation of the work
holding plate in a direction normal to a work holding surface thereof
is restricted to 100 μm or less.

 【Claim 2】 A polishing apparatus comprising:

15 a polishing table; and

 a work holding plate,

 wherein a work held on the work holding plate is polished
supplying a polishing agent solution, and the polishing table is
formed in one-piece by casting, a structure of the polishing table is
20 such that a plurality of recesses and/or a plurality of ribs are provided
on a rear surface thereof, a flow path for a temperature adjusting
fluid is formed inside of the polishing table, and portions in each of
which the flow path is not formed act as an internal rib structure.

 【Claim 3】 A polishing apparatus according to claim 1 or 2,

25 wherein a value of a thermal expansion coefficient of a material of the

polishing table is $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ or less and corrosion resistance of the material is almost equal to that of stainless steel.

【Claim 4】 A polishing apparatus according to claim 3, wherein the material of the polishing table is invar.

5 【Claim 5】 A polishing apparatus comprising:
 a polishing table; and
 a work holding plate,

 wherein a work held on the work holding plate is polished
 supplying a polishing agent solution, and temperature changes of the
10 polishing table and/or temperature changes of the work holding plate
 in polishing action are controlled within a prescribed range by
 controlling a flow rate and/or a temperature of a temperature
 adjusting fluid.

 【Claim 6】 A polishing apparatus according to claim 5, wherein
15 temperature changes at any position of the polishing table and/or the
 work holding plate in polishing action are preferably within 3°C .

 【Claim 7】 A polishing apparatus according to any of claims 1
 to 6, wherein temperature changes at any position on a polishing
 surface of the polishing cloth in polishing action are controlled to
20 10°C or less by controlling a temperature and/or a flow rate of the
 polishing agent solution.

 【Claim 8】 A polishing apparatus according to any of claims 1
 to 7, wherein rotational unevenness of the polishing table is restricted
 to 1 % or less.

25 【Claim 9】 A polishing apparatus according to any of claims 1

to 8, wherein surface displacement in rotation of a polishing surface of the polishing table is restricted to 15 μm or less.

5 【Claim 10】 A polishing apparatus according to any of claims 1 to 9, wherein displacement in rotation of a rotary shaft of the polishing plate is restricted to 30 μm or less.

 【Claim 11】 A polishing apparatus according to any of claims 1 to 10, wherein the work holding plate has recesses or a rib structure formed on a rear surface thereof.

10 【Claim 12】 A polishing apparatus according to claim 11, wherein a material of the work holding plate is alumina ceramics or SiC.

15 【Claim 13】 A polishing apparatus according to claim 12, wherein a plurality of fine holes for vacuum chucking a work are opened in a region of the work holding plate where the work is adhered.

20 【Claim 14】 A polishing method using a polishing apparatus with a polishing table and a work holding plate, wherein a work held on the work holding plate is polished supplying a polishing agent solution, and in polishing action, an amount of deformation of the polishing table in a direction normal to an upper surface thereof and/or an amount of deformation of the work holding plate in a direction normal to a work holding surface thereof is restricted to 100 μm or less.

25 【Claim 15】 A polishing method using a polishing apparatus with a polishing table and a work holding plate, wherein a work held

on the work holding plate is polished supplying a polishing agent solution, and when a to-be-polished surface of the work is polished by a polishing cloth adhered on the polishing table, temperature changes at any position on a polishing surface of the polishing cloth in
5 polishing action are controlled to 10°C or less.

【Claim 16】 A polishing method using a polishing apparatus with a polishing table and a work holding plate, wherein a work held on the work holding plate is polished supplying a polishing agent solution, and temperature changes of the work in polishing operation
10 are restricted to 10°C or less.

【Claim 17】 A polishing method according to claim 15 or 16, wherein temperature changes at any position on a polishing surface of a polishing cloth and/or temperature changes of a wafer in polishing action are controlled to 10°C or less by controlling a temperature
15 and/or a flow rate of the polishing agent solution.

【Claim 18】 A polishing method using a polishing apparatus a polishing table and a work holding plate, wherein a plurality of works held on the work holding plate are polished, and the plurality of wafers are arranged and held on the work holding plate so as to
20 satisfy a relationship expressed by the following formula (1) with errors within 2 mm:

【Formula 1】

$$R = \{(r + x) + \sin(\pi/N)(r + 2y)\} / \sin(\pi/N) \cdots (1)$$

(in the above formula (1), R : a diameter of a work holding plate (mm),
25 r : a diameter of a wafer (mm), x : a distance between two adjacent

wafers (mm), y : a distance between a wafer and a peripheral edge of the work holding plate (mm), N : the number of wafers per work holding plate and π : the ratio of the circumference to its diameter.)

5 【Claim 19】 A polishing method according to claim 18, wherein r is 200 mm or more, and $5 \leq N \leq 7$, $5 \leq x \leq 20$ and $7 \leq y \leq 22$.

 【Claim 20】 A polishing method according to claim 19, wherein a thickness d of the work holding plate is determined such that $aR < d < bR$ ($a = 0.04$ to 0.08 and $b = 0.10$ to 0.12).

10 【Claim 21】 A polishing method according to any of claims 14 to 19, wherein a silicon wafer is polished using a polishing apparatus according to any of claims 1 to 13.

 【Claim 22】 A polishing method according to claim 21, wherein the polishing operation is performed in an environment where
15 temperature changes are restricted within $\pm 2^\circ\text{C}$.

 【Claim 23】 A method for adhering a work, where a work holding plate with a plurality of fine holes opened in an adhering region thereof for vacuum chucking a wafer is used and the wafer is adhered with an adhesive on the work holding plate by evacuating air
20 through the plurality of fine holes from the rear side of the work holding plate.

 【Claim 24】 A method according to claim 23, wherein the adhering operation is performed at a temperature in the range of 20 to 30°C .

25 【Claim 25】 A method according to claim 24, wherein the

adhesive with a viscosity in the range of 1 mPa·s to 10 mPa·s at the adhering temperature is used.

5 【Claim 26】 A method according to any of claims 23 to 25, wherein a thickness of the adhesive in a region where the work is adhered is in the range of 0.1 μm to 0.5 μm on the average and a deviation of the thickness is 0.015 μm or less.

10 【Claim 27】 A work holding plate, wherein a plurality of suction holes for vacuum chucking a work are formed in an adhering region on a work adhering surface of the work holding plate, each of the holes penetrating from the work adhering surface of the work holding plate to a rear surface thereof.

 【Claim 28】 A work holding plate according to claim 27, wherein recesses or a rib structure is provided on a rear surface of the work holding plate.

15 【Claim 29】 A method according to any of claims 23 to 26, wherein a work holding plate according to claim 27 or 28 is used.

 【Claim 30】 A polishing method, wherein a silicon wafer is polished in such a state to be adhered and held on the work holding plate by means of an adhering method according to any of claims 23 to 20 26 and 29.

 【Claim 31】 A polishing method according to claim 30, wherein a polishing apparatus according to any of claims 1 to 13 is used.

 【Detailed description of the invention】

 【0001】

25 【Field of the invention】

The present invention relates to a polishing apparatus and a polishing method capable of performing polishing of a work, for example, a silicon wafer (hereinafter may be simply referred to as "wafer") or the like with high efficiency and high precision, a novel
5 work holding plate for holding a work (for example, a wafer or the like) in a efficient way and a method for adhering a work onto the work holding plate.

[0002]

[Related Art]

10 Reflecting a tendency to prepare larger diameter silicon wafers and fabricate higher precision devices therewith, requirements for finish precision (thickness uniformity, flatness and smoothness) of a silicon wafer subjected to polishing finish (polished wafer) have been increasingly enhanced.

15 [0003]

In order to satisfy such requirements, efforts have been made to attain a higher level in wafer polishing technique, and development and improvement of polishing apparatuses have been carried out.

[0004]

20 As one example thereof, so-called single wafer polishing apparatuses have been newly developed for the purpose of polishing a large diameter wafer, especially 300 mm or more in diameter, and some of them have been practically used.

[0005]

25 In the single wafer polishing method, however, there arise

problems: for example, (1) requirements for reduction in wafer cost is hard to meet in terms of productivity, and (2) recent requirements for wafer flatness as far as an peripheral area adjacent to the wafer edge (within 2 mm) cannot be sufficiently satisfied.

5 [0006]

Meanwhile, there has been widely used a batch type polishing apparatus in which a plurality of wafers are simultaneously polished. An outline of a configuration of a portion of the apparatus directly associated with polishing action is shown in FIG. 19. In this
10 polishing apparatus, one or more wafers W are held by means of such as adhesion on a lower surface of a work holding plate 13 rotated by a rotary shaft 18; to-be-polished surfaces of the wafers W are pushed, for example, using a top weight 15 onto a surface of a polishing cloth 16 adhered on an upper surface of a polishing table 10, which is
15 rotated at a prescribed rotational speed by a rotary shaft 17; and a polishing agent solution (hereinafter may be referred to "slurry") 19 is simultaneously supplied at a prescribed rate onto the polishing cloth 16 through a polishing agent supply pipe 14 from a polishing agent supply device (not shown). In such a situation, polishing of the
20 wafers W are performed while the to-be-polished surfaces of the wafers W are rubbed by the surface of the polishing cloth 16 in the presence of the polishing agent solution 19 therebetween.

[0007]

In this batch type polishing apparatus, there is increasing
25 difficulty in satisfying requirements for precision of finish surfaces of

the wafers in a trend of transition to larger-sized apparatuses in company with larger diameter wafers for the following reasons: deflection of a polishing table and work holding plates by weights thereof and polishing pressure, and thermal deformation by heat generation in polishing action; and in addition thereto, deformation and displacement of the polishing table and the work holding plates caused by various kinds of mechanical deflections in rotation thereof.

[0008]

In order to cope with such problems, various kinds of ingenious contrivances have been practiced about a structure and materials, and operating conditions of the polishing apparatus and other polishing conditions. For example, some of contrivances on the structure are as follows: (a) in order to prevent thermal deformation of a polishing table, as shown in FIG. 20, a separate lower table 23 on which multiple recesses 21 for circulating a cooling water H are formed is provided on a lower surface of an upper table 12 on an upper surface of which the polishing cloth 16 is adhered; further, ribs are provided on a lower surface of a polishing table to prevent deformation due to polishing pressure; and still further in order to effectively suppress thermal deformation, contrivances have been piled up about a structure of a polishing table and arrangement of flow paths of cooling water, as shown in JP-A-95-52034 and JP-A-98-296619.

[0009]

In a prior art polishing table shown in FIG. 20, however,

there is adopted a structure in which an upper table 12 made of SUS410 and a lower table 23 made of cast iron such as FC-30 provided with flow paths for cooling water are coupled to each other by fastening them with clamping members 11 or the like, and a
5 temperature difference between the upper and lower surfaces of the upper table arising in the course of a prior art polishing operation is generally 3°C or higher and, in higher cases, 5°C or higher; therefore, a difference in height (deformation) at a highest or lowest point occurs inconveniently in places on the upper surface of the upper
10 table amounting to 100 μm or more relative to the reference plane, namely the upper surface of the upper table with no temperature difference between the upper and lower surfaces thereof.

[0010]

Furthermore, the following proposals have been made: (b)
15 that a material with a low thermal expansion coefficient ($8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) is used as a material of a polishing table (WO94/13847), that a polishing table is of a one-piece structure made of ceramics in which a flow path for circulating cooling water is formed throughout almost all of the interior (JUM-A-84-151655), and the like techniques; and in
20 addition, (c) that a temperature control fluid is likewise circulated in a work holding plate for the purpose of improving temperature uniformity across a wafer holding surface of the wafer holding plate (JP-A-97-29591).

[0011]

25 Moreover, in order to suppress a temperature rise of a wafer

and a polishing cloth due to heat generation accompanying polishing action, the following procedures have been performed: in addition to the cooling of the work holding plate and the polishing table described above, a cooling function is also given to a polishing agent solution (in
5 usual case, a weak alkaline aqueous solution mixed with colloidal silica is used.) supplied directly onto a polishing action surface, an amount of the polishing agent solution exceeding a supply amount necessary for polishing action in a pure sense is supplied onto the polishing cloth, and the polishing agent solution discharged from a
10 polishing site is recycled in order to reduce the cost.

[0012]

In the construction of the prior art polishing apparatus and a cooling method as described above, a temperature on a polishing cloth surface during polishing gradually rises from the start of polishing
15 and a value of the temperature at a portion where the polishing cloth is put in contact with a to-be-polished surface of the wafer rises usually to 10°C or higher and a temperature at a corresponding upper surface portion of the polishing plate direct under the portion of the polishing cloth in the contact also rises by 3°C or more.

20 [0013]

On the other hand, changes in temperature on the lower surface of the polishing plate are restricted to 1°C or less by virtue of an effect of suppression of a temperature rise by cooling water. Therefore, a temperature difference of at least 3°C or more arises not
25 only between the upper and lower surfaces of the polishing table, but

also between a high temperature portion and a low temperature portion on the upper surface of the polishing table, which causes a portion of the upper surface of the polishing table with thermal deformation /displacement of 100 μm or more in a direction normal to
5 the upper surface of the polishing table in comparison with that when no temperature difference exists.

[0014]

Furthermore, a work holding plate has become larger in size in response to transition in diameter of a silicon wafer toward a
10 larger value. For example, in case of a work holding plate for use in polishing of 8 inch wafers, a diameter of the work holding plate assumes about 600 mm and a weight thereof also increases as the diameter increases.

[0015]

15 Accordingly, not only thermal deformation of a work holding plate caused by heat generation at a polishing surface but also deformation caused by a weight of the work holding plate are problematic; therefore, various trials have been performed in order to suppress such deformation: to increase in thickness of a work holding
20 plate or to decrease deformation by use of a material whose modulus of longitudinal elasticity is large, such as ceramics (silicon carbide and alumina).

[0016]

Moreover, in a prior art batch polishing, as shown in FIG. 21,
25 for example, a method was adopted in which a to-be-polished wafer W

is adhered on a work adhesion surface 20a of the work holding plate 20 with an adhesive 22 applied therebetween.

[0017]

In this case, it is important that no air bubble is left behind
5 in an adhesive 22 layer and at interfaces between the wafer or the work holding plate 20 and the adhesive 22. For this purpose, an adhering process goes in the following way: as shown in FIG. 21, an air bag 27 expanding so as to be convex downward and provided on a lower surface of a pressure head 25 is pushed onto an upper surface (a
10 surface opposed to the to-be-adhered surface) of the wafer W by the action of a pressure cylinder 26 and a contact surface under pressure of the air bag with the upper surface is increased by the push from the central portion of the to-be-adhered surface of the wafer sequentially part by part toward the periphery thereof such that air
15 in the adhesive and at the adhesion interfaces are driven out and beyond the outer edge of the periphery of the wafer. However, while air in a boundary layer between an adhesive and each of the wafer W and the work holding plate is expelled by such a push-out method with a wafer pressure member 24, a thickness of the adhesive layer
20 22, on the other hand, is apt to be thinner at a central portion of the wafer W, which causes an inconvenience that the wafer W is fixed in a distorted state.

[0018]

While, in the prior art, natural rosin, synthetic rosin ester,
25 beeswax, phenol resin and so on were employed as adhesives for use

in adhesion of a wafer taking into consideration various factors such as dissolution resistance to a polishing agent solution, a non-lubricating property, a change in characteristics due to a temperature rise of the adhesive through a temperature rise due to polishing heat generation, adhering action by such adhesives is
5 mainly dependent on a physical adhesion mechanism, which goes like this: After an adhesive dissolved in a solvent is applied on an adhesion surface of the wafer holding plate, the solvent is evaporated off, and then, a wafer is pushed onto the work holding plate at a
10 prescribed pressure while keeping the adhesive in a softened state under heat application and thereafter, the adhesive is solidified by cooling to a normal temperature to complete the adhesion.

[0019]

In such an adhering process, it is necessary to heat a wafer
15 and a work holding plate at a temperature, for example, ranging from 50 to 100°C and improvement on processing precision is retarded by deformation of the wafer and the work holding plate caused by a thermal history in the heat treatment. In addition, there are required special apparatuses and facilities, and energy consumption
20 for such heat treatment and others, which has also become problematic in an aspect of cost.

[0020]

On the other hand, so-called normal temperature adhesives that have been available, which exert adhering action at normal
25 temperature have not been able to be used in a practical aspect

because of weak points such as low dissolution resistance to a polishing agent solution, difficulty in separating a wafer from a work holding plate and difficulty in removing the adhesive from a work holding plate.

5 [0021]

Furthermore, in order to prevent air bubbles from being left behind in an adhesive at an adhesion site, the following processes have been practiced: a method in which a to-be-adhered surface of a wafer is pressed onto the work holding plate with an adhesive
10 therebetween while holding the to-be-adhered surface of the wafer so as to be inclined to a work holding surface of the work holding plate and a contact surface is increased by the push from the one edge of the wafer sequentially part by part toward the edge opposite to the one edge thereof such that air in the adhesive between the
15 to-be-adhered surface of the wafer and the work holding surface is expelled from one edge of the to-be-adhered surface of the wafer toward the edge opposite to the one edge thereof; a method in which as shown in FIG. 21, an elastic member having a convex front shape (air bag) 27 is pressed onto the upper surface of the wafer W
20 placed on the work holding plate 20 while increasing a contact area part by part sequentially from the central portion of the wafer toward the periphery of the wafer to expel the air to the outside; and a method in which the whole of the work holding plate 20 or each wafer W is sealed by a holding surface of the work holding plate 20 so as to
25 be air tight and the interior space closed by the sealing is evacuated

into a reduced pressure state, whereby no air is left behind.

[0022]

In FIG. 22, 1 indicates a vacuum vessel; 2, bellows; 3, a cylinder for vertically shifting bellows; 4, an internal pressure
5 adjusting pipe for bellows; 5, an internal pressure adjusting pipe for a vacuum vessel; 6, a vacuum suction pipe; 20, a work holding plate; and W, a wafer.

[0023]

A fault that a thickness of an adhesive layer becomes
10 non-uniform (equal to or more than 0.5 μm) is problematic in a method shown in FIG. 21 in which a to-be-adhered surface of a wafer is pushed to increase a contact area sequentially part by part from a portion of the to-be-adhered surface thereof, while problems arise such as that a special apparatus and special tools are required and a
15 process is complex, and in addition that dust is generated from the apparatus and tools in a method shown in FIG. 22 in which a wafer or all of a work holding plate is placed in a vacuum state to complete adhesion.

[0024]

20 [Problems to be solved by the invention]

In polishing finish of a wafer, as described above, there have been various factors that are obstacles against achievement of high precision finish thereof meeting higher level of device fabrication techniques now and in the future, not only in connection with
25 deformation by various causes of a polishing apparatus: particularly a

work holding plate directly holding a wafer, which is a to-be-processed work, and a polishing table on which a polishing cloth in contact with the wafer is adhered and variations in operation of the apparatus, but also in connection with an adhering method for
5 pasting the wafer on the work holding plate.

[0025]

The inventors have drastically studied on factors which work as obstacles against high precision processing in connection with not only construction, configuration and materials of a polishing
10 apparatus but also in connection with all the process relating to wafer polishing including an adhering apparatus for a wafer and an adhering method therefor in order to efficiently produce a high precision polishing finish wafer, especially, a high precision wafer of a large diameter of 300 mm or more, in a stable manner through trial
15 manufacture of an apparatus and empirical, comparative studies on a system configuration and operating conditions, with the result that a success has been achieved that a high precision polished wafer can be stably produced by integrally enhancing functions and performance of not only the adhering method for a wafer but also the polishing
20 apparatus and besides, improving an operating method therefor fundamentally.

[0026]

Among achievements of the above described studies, it has been found that deformation during a polishing operation occurring in
25 a polishing table, on which a polishing cloth is adhered and which is a

base for holding a shape of a polishing cloth, or in a work holding plate, which is a base for holding a wafer, is a great obstacle against polishing a high precision (high flatness) wafer and further that it is effective that polishing is performed such that an amount of deformation of the polishing table in a direction normal to an upper surface thereof or an amount of deformation of the work holding plate in a direction normal to a work holding surface thereof is kept to be 100 μm or less, preferably 30 μm or less, more preferably 10 μm or less.

10 [0027]

It is accordingly an object of the present invention to provide a polishing apparatus and a polishing method both capable of performing polishing a work (such as a wafer) with high efficiency and high precision, a novel work holding plate effectively holding a work and an adhering method for a wafer capable of adhering the work on the work holding plate with high precision.

[0028]

[Means to solve the problems]

In order to solve the above described problems, a first aspect of a polishing apparatus of the present invention comprises: a polishing table; and a work holding plate, wherein a work held on the work holding plate is polished supplying a polishing agent solution, and in polishing action, an amount of deformation of the polishing table in a direction normal to an upper surface thereof and/or an amount of deformation of the work holding plate in a direction normal

to a work holding surface thereof is restricted to 100 μm or less. The amount of deformation is preferably restricted to 30 μm or less.

【0029】

A second aspect of a polishing apparatus of the present invention comprises: a polishing table; and a work holding plate, wherein a work held on the work holding plate is polished supplying a polishing agent solution, and the polishing table is formed in one-piece by casting, a structure of the polishing table is such that a plurality of recesses and/or a plurality of ribs are provided on a rear surface thereof, a flow path for a temperature adjusting fluid is formed inside of the polishing table, and portions in each of which the flow path is not formed act as an internal rib structure.

【0030】

That is, the polishing apparatus of the present invention has a great feature of the one-piece polishing table which includes a flow path for a temperature adjusting fluid and recesses and/or ribs on a rear surface thereof and also includes the internal rib structure inside thereof, and thereby can enjoy the following advantages:

(1) Comparing with the prior art structure in which an upper table 12 and a lower table 13 illustrated in FIGs. 16 and 17 are fastened with clamping members 11, and a table of a double layer structure disclosed in JP-A-98-296619, the structure of the present invention is higher in strength, and hence can suppress thermal deformation and deformation caused by a pressure of cooling water into a lower level.

(2) It is, therefore, possible to make the polishing table thinner in

the total thickness and lighter in the weight.

(3) There arises no secular change such as looseness of the clamping members.

(4) Due to no requirement for clamping sites, it is possible to
5 distribute more widely a flow path for a cooling fluid (for temperature adjustment), enlarge a heat transfer area, reduce a pressure loss along the flow path, and then flow a larger amount of the fluid, thereby a cooling effect being improved by a great margin.

(5) Due to the thinner structure of the polishing table, distances
10 between the surface of the table and a cooling water flow path can be made shorter, thereby a cooling effect being improved more correspondingly to reduction in the distances. Furthermore, in the above structure of the polishing table, displacement of an upper surface of the polishing table relative to a reference plane can be
15 restricted to 100 μm or less at any point thereof, 30 μm or less by further adopting various kinds of structures of the present invention described below, and 10 μm or less in an ideal state.

[0031]

It is preferable that a value of a thermal expansion
20 coefficient of a material of the polishing table is $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ or less and corrosion resistance of the material is almost equal to that of stainless steel.

[0032]

As the material of the above described polishing table, when
25 invar, that is, stainless invar which is cast steel, for example,

SLE-20A (made by Shinhokoku Steel Corp.) is used, a thermal expansion coefficient ($\alpha = 2.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, wherein α is a linear expansion coefficient) is about 1/4 as compared with SUS410 ($\alpha = 1.03 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$); therefore, an amount of deformation of 30 μm or less can be realized. Furthermore, by thus fabricating a polishing table by casting cast steel, a one-piece structure can be achieved and the following precision processing finish of the polishing table becomes easy.

[0033]

10 A third aspect of the present invention comprises: a polishing table; and a work holding plate, wherein a work held on the work holding plate is polished and temperature changes of the polishing table and/or temperature changes of the work holding plate in polishing action are controlled within a prescribed range by
15 controlling a flow rate and/or a temperature of a temperature adjusting fluid.

[0034]

 Temperature changes are preferably within 3°C , more preferably within 2°C at any position of the polishing table and/or the
20 work holding plate in polishing action. In order to attain the purpose, as described above, the polishing table of the one-piece structure internally having the temperature adjusting fluid flow path is capable of very effectively increasing a contact area between the temperature adjusting fluid and the polishing table.

25 [0035]

Furthermore, temperature changes at any position on a polishing surface of the polishing cloth in polishing action are preferably controlled to 10°C or less, preferably to 5°C or less by controlling a temperature and /or a flow rate of the polishing agent
5 solution.

[0036]

That is, under ordinary conditions for achieving a prescribed polishing speed (0.5 to 1.0 $\mu\text{m}/\text{min}$) by a prior art polishing apparatus, a temperature on a surface of a polishing cloth rises by heat
10 generation accompanying polishing action and the temperature changes in excess of 10°C, especially at a site at which the polishing cloth is rubbed by the to-be-polished surface of the wafer; in order to realize the fundamental concept of the present invention that temperature changes (variations) on the polishing table and/or the
15 work holding plate during polishing action are restricted to within 3°C, and an amount of deformation thereof, especially that in a direction normal to an upper surface of the polishing table or a work holding surface of the work holding plate is kept to be 100 μm or less, preferably 30 μm or less, more preferably 10 μm or less, it is
20 important that temperature changes are controlled to 10°C or less, preferably 5°C or less on the surface of the polishing cloth and the wafer of heat generation sites in polishing.

[0037]

In an actual practice of polishing, as described above, a
25 polishing cloth most suited for the purpose and conditions of polishing

is selected and adhered on a upper surface of a polishing table;
applying a polishing agent solution between the polishing cloth and a
to-be-polished surface of a wafer, the wafer and the polishing cloth
are rubbed each other by a relative motion under a prescribed force
5 pressing each other. A thermal conductivity of a polishing cloth
generally shows a value lower than those of silicon and material of
the polishing table or a work holding plate by one to three orders of
magnitudes. Usually, a thickness of a polishing cloth ranges from 1
to 2 mm and a thermal resistance from the front surface of the
10 polishing cloth to the upper surface of the polishing table through the
polishing cloth is the greatest, compared with a distance from the
upper surface of the polishing table to a temperature adjusting fluid
flow path (10 to 50 mm) and a heat transfer distance from a work
holding surface of the work holding plate to the temperature
15 adjusting fluid flow path (10 to 30 mm); therefore, if temperature
changes on the surface of the polishing cloth in polishing action are
restricted to the lowest possible temperature in the range of 10 °C or
less, preferably 5°C or less, temperature changes at any points on an
upper surface of the polishing table or a work holding surface of the
20 work holding plate in the polishing action can be restricted within
3°C and preferably within 2°C.

[0038]

At this time, it is important that cooling effects of the
temperature adjusting fluid for the polishing table or the work
25 holding plate are effectively exerted and also necessary that an

cooling effect of the polishing agent solution is utilized positively.

[0039]

In the above description, there are shown important requirements for realizing the fundamental concept of the present invention in connection with the polishing table, the work holding plate and the polishing agent solution, which are members directly associated with polishing action in the polishing apparatus and the operation (polishing) thereof; in order to effectively realize requirements, factors associated with a mechanism and control of the polishing apparatus are also very important. That is, it is necessary that mechanical variations accompanying driving (rotation) of the polishing table and precision of temperature control clear respective prescribed levels, which will be described below in a concrete manner.

[0040]

Rotational unevenness of the polishing table is preferably restricted to 1 % or less.

[0041]

Surface displacement in rotation of a polishing surface of the polishing table is preferably restricted to 15 μm or less.

[0042]

Rotational displacement in rotation of a rotary shaft of the polishing plate is preferably restricted to 30 μm or less.

[0043]

Furthermore, it is preferable that the work holding plate has recesses or a rib structure formed on a rear surface thereof. By thus

forming the recesses or the rib structure on the rear surface thereof like the polishing table, the work holding plate becomes lighter in weight while retaining its strength, and the recesses can be utilized as a path for a temperature adjusting fluid.

5 [0044]

As described heretofore, in the polishing apparatus, the work holding plate not only supports a work physically, but also operates as an important factor to achieve the object of the present invention, and it is especially important to suppress the deformation thereof during polishing action. For this reason, it is preferable that as structural materials thereof, ceramics materials, among them alumina or silicon carbide (abbreviated as SiC) is used taking account of values of a mechanical strength and a thermal conductivity, workability, adhesiveness against a wafer and further, cost performance as well.

15 [0045]

Moreover, as a method for holding a wafer on a work holding plate in addition to a method using an adhesive, a method of vacuum chucking a wafer on the work holding surface of the work holding plate is employed; therefore a structure is useful that a plurality of fine holes for vacuum chucking a work are opened in a region of the work holding plate where the wafer is adhered.

20 [0046]

According to a first aspect of a polishing method of the present invention, there is provided a polishing method using a

polishing apparatus with a polishing table and a work holding plate, wherein a work held on the work holding plate is polished, and in polishing action, an amount of deformation of the polishing table in a direction normal to an upper surface thereof and/or an amount of deformation of the work holding plate in a direction normal to a work holding surface thereof is restricted to 100 μm or less. It is more preferable that the amount of deformation is restricted to 30 μm or less.

[0047]

10 According to a second aspect of a polishing method of the present invention, there is provided a polishing method using a polishing apparatus with a polishing table and a work holding plate, wherein a work held on the work holding plate is polished supplying a polishing agent solution, and when a to-be-polished surface of the work is polished by a polishing cloth adhered on the polishing table, temperature changes at any position on a polishing surface of the polishing cloth in polishing action are controlled to 10°C or less. The temperature changes are preferably controlled to 5°C or less.

[0048]

20 According to a third aspect of a polishing method of the present invention, there is provided a polishing method using a polishing apparatus with a polishing table and a work holding plate, wherein a work held on the work holding plate is polished supplying a polishing agent solution, and temperature changes of the work in polishing operation are restricted to 10°C or less. The temperature

25

changes are preferably controlled to 5°C or less.

【0049】

It is an important embodiment of the present invention that temperature changes at any position on the polishing surface of the polishing cloth and/or temperature changes of a wafer in the polishing
5 action are controlled to 10°C or less, preferably to 5°C or less by controlling a temperature and/or a flow rate of the polishing agent solution.

【0050】

10 According to a fourth aspect of a polishing method of the present invention, there is provided a polishing method using a polishing apparatus with a polishing table and a work holding plate, wherein a plurality of works held on the work holding plate are polished, and the plurality of wafers are arranged and held on the
15 work holding plate so as to satisfy a relationship expressed by the following formula (1) with errors within 2 mm:

【0051】

【Formula 2】

$$R = \{(r + x) + \sin(\pi/N)(r + 2y)\} / \sin(\pi/N) \cdots (1)$$

20 (in the above formula (1), R : a diameter of a work holding plate (mm), r : a diameter of a wafer (mm). x : a distance between two adjacent wafers (mm), y : a distance between a wafer and a peripheral edge of the work holding plate (mm), N : the number of wafers per work holding plate and π : the ratio of the circumference to its diameter.)

25 【0052】

In the case where a plurality of wafers are held on one work holding plate, a way of arranging the plurality of wafers on a holding surface is very important. That is, it is important that the held wafers are polished under the same condition microscopically as far
5 as possible, in other words, that the greatest possible even polishing conditions including a polishing rate are fulfilled between wafers and within a to-be-polished surface of one wafer. For that purpose, important factors are temperature on the to-be-polished surface, a pressure onto the polishing cloth, a method for supplying the
10 polishing agent solution, a relative movement distance between the wafer and the polishing cloth and others, and the above-described formula has been obtained by collectively and empirically studying such factors.

【0053】

15 In the case where the above described formula (1) is applied to a wafer of 200 mm or more in diameter, that is, r is 200 mm or more, it is required that $5 \leq N \leq 7$, $5 \leq x \leq 20$ and $7 \leq y \leq$
22.

【0054】

20 When a diameter (r) of a wafer increases to amount to 300 mm or more, a diameter (R) of a work holding plate increases as a matter of course. In company therewith, in order to suppress mechanical deformation, thermal deformation caused by temperature changes and others to the prescribed values or less, it is necessary
25 that the thickness (d) of the work holding plate is increased with

increase in the diameter (R), and as a result of various studies, in order to achieve the fundamental conception of the present invention that the amount of deformation of the work holding plate in a direction normal to the work holding surface thereof is restricted to
5 100 μm or less, preferably 30 μm or less, it is preferable that a thickness d of the work holding plate is determined such that $aR < d < bR$ ($a = 0.04$ to 0.08 and $b = 0.10$ to 0.12).

[0055]

According to a fifth aspect of a polishing method of the
10 present invention, there is provided a polishing method, wherein a silicon wafer is polished using the polishing apparatus of the present invention described above.

[0056]

In the polishing method of the third aspect described above,
15 the polishing operation is preferably performed in an environment where temperature changes are restricted within $\pm 2^\circ\text{C}$. That is, in order to realize such high precision polishing, it is preferable that changes in an environmental temperature in a working space surrounding the polishing apparatus are restricted within $\pm 2^\circ\text{C}$ of
20 the prescribed temperature.

[0057]

There are important a way to hold the work (wafer) on the work holding plate and a precision of a holding state thereof, that is not only flatness of the work holding surface but also evenness of a
25 space between the holding surface and a to-be-adhered surface of the

wafer. Particularly, in the case where a wafer is adhered and held on the work holding plate using an adhesive, attention should be focused on residual air bubbles in an adhesive layer between the wafer and the work holding plate, bow of the wafer in adhesion, and a
5 thickness of the adhesive layer and its evenness.

[0058]

Therefore, according to a method for adhering a work of the present invention, there is provided a method, wherein a work holding plate with a plurality of fine holes opened in an adhering
10 region thereof for vacuum chucking a wafer is used and the wafer is adhered with an adhesive on the work holding plate by evacuating air through the plurality of fine holes from the rear side of the work holding plate. Such a construction of the method makes possible to eliminate the defects of the prior art method described above, reduce
15 a thickness of the adhesive layer between the wafer and the work holding plate and improve evenness of the thickness thereof.

[0059]

At this time, in order to facilitate the adhering operation, an adhering temperature is preferably kept at normal temperature (20 to
20 30°C); in order to effectively perform the adhering, improve evenness of the thickness of the adhesive layer after the adhering (a deviation of the thickness is preferably 0.015 μm or less for high precision wafer processing), and reduce residual air bubbles in the adhesive layer as far as possible, a viscosity of the adhesive is preferably adjusted in
25 the range of 1 mPa·s to 10 mPa·s during the period from application of

the adhesive until prior to adhesion.

[0060]

In order to effectively remove heat generated in polishing by a temperature adjusting fluid of the work holding plate through a wafer, it is necessary to reduce thermal resistance due to the adhesive layer interposing between the wafer and the work holding plate to the lowest possible level; in order to suppress variations in thickness of the adhesive layer caused by elastic deformation of the adhesive, it is also necessary to regulate a thickness of the adhesive layer to 0.5 μm or less, preferably 0.3 μm or less on the average, and a deviation of the thickness desirably to 0.015 μm or less.

[0061]

A work holding plate of the present invention includes a plurality of suction holes for vacuum chucking a work in an adhering region on a work adhering surface of the work holding plate, each of the holes penetrating from the work adhesion surface of the work holding plate to a rear surface thereof.

[0062]

By using the above described work holding plate of the present invention, the above described method for adhering a work of the present invention can be effectively performed.

[0063]

Recesses or a rib structure is preferably provided on a rear surface of the above described work holding plate.

25 [0064]

High precision wafer polishing finish becomes possible by polishing a silicon wafer which is adhered and held on a work holding plate by means of the above described method for adhering a work of the present invention. At this time, the use of the above described
5 polishing apparatus is very effective for realizing high precision polishing finish implementing the fundamental concept of the present invention that in polishing action an amount of deformation of the polishing table in a direction normal to an upper surface thereof and/or an amount of deformation of the work holding plate in a
10 direction normal to a work holding surface thereof is kept to be 100 μm or less, preferably 30 μm or less.

[0065]

[Embodiments of the invention]

Description will be given of embodiments of the present
15 invention below on the basis of FIGs. 1 to 9 among the accompanying drawings. It is needless to say that various modifications or alterations of embodiments shown in the figures can be practiced without departing from the technical concept of the present invention.

[0066]

20 FIG. 1 is a partly omitted explanatory sectional view showing an embodiment of a polishing apparatus of the present invention. FIG. 2 is an explanatory sectional view showing an embodiment of a polishing table used in a polishing apparatus of the present invention. FIG. 3 is an explanatory sectional view showing an embodiment of a
25 work holding plate used in a polishing apparatus of the present

invention. FIG. 4 is an explanatory view showing an embodiment of an adhering method for a work of the present invention.

[0067]

In FIG. 1, a reference numeral 28 indicates a polishing
5 apparatus according to the present invention, which has a polishing
table 29. The polishing table 29 is fabricated as one-piece by casting
as shown in FIG. 2, and provided with a number of recesses 34 on a
rear surface of the polishing table 29. The recesses 34 are sealed
with respective seal members 30 on the rear surface sides thereof to
10 serve as a flow path for a temperature adjusting fluid, for example,
cooling water H_1 . The path for the cooling water H_1 is connected to a
table cooling water heat exchanger K_2 described later and the cooling
water H_1 can be heat exchanged in the heat exchanger K_2 to absorb
heat generated at the polishing table 29 in polishing. A polishing
15 cloth 31 is adhered on a polishing surface of the polishing table 29.

[0068]

A reference numeral 32 indicates a rotary shaft provided in
the central portion of a rear surface of the polishing table 29; 35, a
center roller provided in the central portion of a front surface of the
20 polishing table 29. A long hole 33 is bored longitudinally through
the central portion of the rotary shaft 32, constitutes part of the flow
path for a temperature adjusting fluid, for example, cooling water H_2 ,
and the flow path of the cooling water H_2 is connected to a heat
exchanger K_4 for table rotary shaft cooling water described later to
25 absorb heat generated by mechanical friction in company with

rotation of the table rotary shaft 32 in operation of the polishing apparatus. A reference numeral 7 indicates a frame which supports the polishing table 29 at the rear surface thereof with a support plate 43 and the bearing member 44.

5 [0069]

A reference numeral 14 indicates a polishing agent solution supply pipe, through which a polishing agent solution 41 adjusted to a prescribed flow rate and a prescribed temperature is sent into a polishing agent solution guide hole 42 formed in the center roller 35
10 (guide rollers are not shown) by a polishing agent solution supply apparatus (not shown) and further the polishing agent solution 41 is supplied onto a polishing cloth 31 through the guide hole.

[0070]

A reference numeral 36 indicates a top block and a work
15 holding plate 38 is attached to a lower surface of the top block 36 with an elastic member 37 of rubber or the like inserted therebetween. A work, for example, a wafer W is adhered on an adhering surface of the work holding plate 38 with an adhesive 39. A reference numeral 40 indicates a rotary shaft vertically attached on the top block 36.

20 [0071]

A reference numeral 47 is a long hole formed in the central portion of the rotary shaft 40, constitutes part of a flow path for a temperature adjusting fluid, for example, cooling water H₄ which is used for absorption of heat generated on the rotary shaft 40, and
25 provided in each work holding plate. The flow path of the cooling

water H_4 is connected to a heat exchanger K_5 for work holding plate rotary shaft cooling water described later and used for absorption of heat generated on the rotary shaft 40 in rotation of the work holding plate.

5 [0072]

As shown in FIG. 3, a plurality of recesses 50 are bored on a rear surface of the work holding plate 38. A reference numeral 45 indicates suction holes for vacuum chucking, each of which penetrates from a bottom of a recess 50 located within a wafer adhering region 10 46 to the rear surface of the work holding plate 38. While each of the suction holes 45, as described later, is used for adhering a wafer W by vacuum suction when the wafer W is adhered in a wafer adhering region 46 of the work holding plate 38, the recesses 50 constitute part of a flow path of a temperature adjusting fluid, for 15 example, cooling water H_3 in polishing of the wafer W. The flow path for the cooling water H_3 is connected to a heat exchanger K_3 for work holding plate cooling water described later, and the cooling water H_3 can be heat exchanged in the heat exchanger K_3 to absorb heat generated on the work holding plate 38, the cooling water H_3 20 being provided in each work holding plate.

[0073]

Next, description will be given of a method for adhering a wafer W onto the above described work holding plate 38 on the basis of FIG. 4. In FIG. 4, a reference numeral 48 indicates an adhering 25 base which is used when the wafer W is adhered in the wafer

adhering region 46 of the work holding plate 38 with an adhesive 39. Recesses 51 each with a flat bottom is formed on an upper surface region of the adhering base 48 corresponding to the wafer adhesion region 46. Through holes 49 each penetrate from the bottom of a
5 recess to a lower surface of the adhering base 48.

[0074]

The through holes 49 are connected to an evacuation system such as including a vacuum pump and others to make the through holes 49, the recesses 51, and the recesses and the suction holes 45 of
10 the work holding plate 38 in a state of a reduced pressure, so the wafers W can be sucked onto the respective wafer adhering regions 46 of the work holding plate 38. At this time, the adhesive 39 exists between each wafer W and a corresponding adhesion region 46; a to-be-adhered surface of the wafer W is vacuum sucked and thereby
15 the wafer W is pressed uniformly by an atmospheric pressure; therefore, uniformity in thickness of the adhesive 39 is very good, and furthermore, air is sucked downward; therefore adhesion can be performed in a state where residual air in the adhesive layer is removed to almost zero.

20 [0075]

As an adhesive used in adhering a wafer W to the work holding plate 38, there is preferably used an adhesive that can exert an adhering capability at temperature in the range of from 20°C to 30°C and shows a viscosity ranging from 1 mPa·s to 10 mPa·s.
25 Furthermore, uniform adhesion is preferably performed such that a

thickness of the adhesive of a work adhering portion is in the range of from 0.1 μm to 0.5 μm on the average and a deviation of the thickness is 0.015 μm or less.

[0076]

5 Thus, a wafer W adhered on the work holding plate 38 in a state where almost no air is left behind in an adhesive layer and a thickness of the adhesive layer is highly uniform is mounted, as shown in FIG. 1, on a holding surface of the top block 36 and pressed onto the surface of the polishing cloth 31 on the polishing table 29,
10 thereby the wafer W being polished.

[0077]

 In the course of polishing, generated heat on the polishing table 29 is absorbed by the cooling water H_1 , generated heat on the rotary shaft 32 is absorbed by the cooling water H_2 , generated heat on
15 the work holding plate 38 is absorbed by the cooling water H_3 and generated heat on the rotary shaft 40 is absorbed by the cooling water H_4 .

[0078]

 Thus, the cooling water H_1 to H_4 can be respectively supplied
20 to each polishing element and rotation mechanism constituting the polishing apparatus 28 of the present invention; in polishing action, it is possible to keep an amount of deformation of the polishing table 29 in a direction normal to an upper surface thereof at 100 μm or less, preferably 30 μm or less, ideally 10 μm or less, and an amount of
25 deformation of the work holding plate 38 in a direction normal to a

work holding surface thereof at 100 μm or less, preferably 30 μm or less, ideally 10 μm or less.

[0079]

Moreover, a value of a thermal expansion coefficient of a material of the polishing table is preferably $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ or less and as such material, there can be named so-called stainless invar of Fe-Co-Ni-Cr.

[0080]

By controlling flow rates and temperatures of the cooling water H_1 to H_4 , temperature changes of the polishing table 29 and/or the work holding surface of the work holding plate 38 in polishing action can be restricted within a prescribed range, for example, preferably within 3°C , more preferably within 2°C .

[0081]

While the polishing table 29 shown in FIGs. 1 and 2 is schematically shown for explanation of a concept of the present invention, description will be further given of a preferable concrete construction of the polishing table 29 on the basis of FIGs. 5 to 7. FIG. 5 is a partly cutaway top plan view showing a structure of an internal temperature adjusting fluid flow path of another embodiment of the polishing table. FIG. 6 is a longitudinal sectional view along lines O-A and O-B showing an upper fluid path portion and a lower fluid path portion, of the polishing table of FIG. 5. FIG. 7 is a rear view of the polishing table of FIG. 5.

[0082]

The front surface 29a of the polishing plate 29 shown in FIGs. 5 to 7 is a plane and when in use the polishing cloth 31 is adhered thereon as shown in FIG. 1. A number of annular or radial ribs are provided as shown in FIGs. 6 and 7 on the rear surface 29b of the polishing table 29. With such many ribs 8 provided on the rear surface, the structure of the present invention may be higher in strength and light in weight.

[0083]

Flow paths 9a and 9b for a temperature adjusting fluid, for example, cooling water or the like, are formed in the interior of the polishing plate 29 and among them, the upper flow paths 9a are designed such that each has a meandering structure, thereby efficient heat exchange being carried out.

[0084]

The upper flow paths 9a communicate with lower flow paths 9b at peripheral portions of the polishing table and when a temperature adjusting fluid is supplied through the flow paths 9, the temperature adjusting fluid can flow in the following ways: a flow moves from the central portion of the upper flow paths 9a to the peripheral portions thereof, thereafter moves to the peripheral portions of the lower flow paths 9b, and then returns to the central portion thereof; or vice versa a flow moves from the central portion of the lower flow paths 9b to the peripheral portions thereof, thereafter moves to the peripheral portions of the upper flow paths 9a, and then returns to the central portion thereof.

[0085]

Subsequently, description will be given of an example of integrated heat quantity control, which is one of the features in a polishing apparatus and a polishing method of the present invention on the basis of FIGs. 8 and 9. FIG. 8 is a block diagram showing a configuration of each apparatus in an integrated heat quantity control system in the present invention. FIG. 9 is a flow chart showing control action of the integrated heat quantity control system in the present invention.

[0086]

In FIGs. 8 and 9, Q indicates an integrated heat quantity control CPU, which is connected to a slurry heat quantity control CPU (Q_1), a table heat quantity control CPU (Q_2), a work holding plate heat quantity control CPU (Q_3), a transducer T_1 converting temperature signals from temperature sensors S_2 and S_3 embedded in the upper portion and lower portion of the table into electric signals, a transducer T_2 converting temperature signals from temperature sensors S_4 and S_5 embedded in the upper portion and lower portion of the work holding plate into electric signals, and a thermal image device U displaying a surface temperature of the polishing cloth, and issues various instructions to the slurry heat quantity control CPU (Q_1), the table heat quantity control CPU (Q_2) and the work holding plate heat quantity control CPU (Q_3) according to signals from each apparatus or device. Note that the transducers T_1 and T_2 preferably adopt a configuration in which temperature information signals such

as currents, infrared rays, supersonic waves and others from the temperature sensors S_2 , S_3 , S_4 and S_5 are converted to electric signals.

[0087]

The slurry heat quantity control CPU (Q_1) is connected to a
5 slurry flow rate sensor I_1 , a slurry outlet temperature sensor S_6 , a
slurry inlet temperature sensor S_1 , a slurry flow rate adjuster V_1 , and
a slurry heat exchanger K_1 , and issues necessary instructions to the
slurry flow rate adjuster V_1 and the slurry heat exchanger K_1 ,
respectively, on the basis of information from the slurry flow rate
10 sensor I_1 , the slurry outlet temperature sensor S_6 and the slurry inlet
temperature sensor S_1 .

[0088]

The table heat quantity control CPU (Q_2) is connected to a
table cooling water flow rate sensor I_2 , a table outlet temperature
15 sensor S_8 , a table inlet temperature sensor S_7 , a table cooling water
flow rate adjuster V_2 and a table cooling water heat exchanger K_2 ,
and issues necessary information to the table cooling water flow rate
adjuster V_2 and the table cooling water heat exchanger K_2 ,
respectively, on the basis of information from the table cooling water
20 flow rate sensor I_2 , a table outlet temperature sensor S_8 and a table
inlet temperature sensor S_7 .

[0089]

The work holding plate heat quantity control CPU (Q_3) is
provided to each of the work holding plates, and connected to a work
25 holding plate cooling water flow rate sensor I_3 , a work holding plate

outlet temperature sensor S_{10} , a work holding plate inlet temperature sensor S_9 , a work holding plate cooling water heat exchanger K_3 and a work holding plate cooling water flow rate adjuster V_3 , and issues necessary information to the work holding plate cooling water heat
5 exchanger K_3 and the work holding plate cooling water flow rate adjuster V_3 , respectively, on the basis of information from the work holding plate cooling water flow rate sensor I_3 , the work holding plate outlet temperature sensor S_{10} and the work holding plate inlet temperature sensor S_9 .

10 [0090]

Moreover, at the same time, the integrated heat quantity control CPU (Q) is connected to a table rotary shaft heat quantity control CPU (Q_4) and each work holding plate rotary shaft heat quantity control CPU (Q_5); and configured such that there is removed
15 heat quantity generated due to mechanical action in company with an operation of the polishing apparatus other than heat generation caused by polishing action and hence temperature changes in the polishing apparatus are suppressed to control to a prescribed temperature.

20 [0091]

While it is preferable that temperature changes of each constituent of the polishing apparatus caused by various heat quantity generated in polishing action are individually suppressed in the respective constituents, it is also possible in response to the
25 circumstances that the table rotary shaft heat quantity control

system and the table heat quantity control system are controlled in a one-piece fashion, or alternatively the work holding plate rotary shaft heat quantity control system and the work holding plate heat quantity control system are controlled in a one-piece fashion for each
5 work holding plate.

[0092]

Besides, it is possible to use not only a liquid such as water but also gas with an external cooling system as a temperature adjusting fluid for the table rotary shaft heat quantity control system
10 or the work holding plate rotary shaft heat quantity control system, as shown in the figures.

[0093]

What is important at this time is to decrease an influence on temperature of the table and the work holding plate from heat
15 generation caused by mechanical action other than heat generation directly caused by polishing action to the lowest possible level. Therefore, furthermore, various modifications or alterations can be performed with regard to temperature control of each of the constituents as far as realization of the fundamental concept of the
20 present invention is assured; for example, without connecting the table rotary shaft heat quantity control CPU and the work holding plate rotary shaft heat quantity control CPU to the integrated heat quantity control CPU, heat quantity control (temperature control) for each system is performed independently with each CPU thereof.

25 [0094]

[Examples]

While merits of the present invention will be described in further details on the basis of examples, the merits of the present invention are not limited thereto, but the invention may naturally
5 cover embodiments other than the examples as far as those satisfy the fundamental concept of the present invention.

[0095]

(Example 1)

A batch polishing apparatus having a polishing table and a 4
10 shaft work holding plate rotation mechanism with a fundamental construction similar to the polishing apparatus shown in FIG. 1 was configured as follows:

1. Polishing Table: Invar (Shinhokoku Steel Corp., SLE-20A, Fe-Co-Ni-Cr) was used and prepared into a one-piece structure by
15 casting and cooling water flow paths shown in FIGs. 5 and 6 are formed in the structure. Furthermore, as shown in FIG. 5 which depicts part of the flow paths 9 for a temperature adjusting fluid, in such a state as the upper surface portion of the table is partly cutaway, the table was designed such that the flow paths 9 are
20 formed in a meandering manner, a fluid flow in the flow paths 9 are liable to enter a turbulent state and an average flow rate is increased to raise a heat transfer coefficient to the highest possible level, while portions in which the flow paths 9 are not formed functions as a rib structure 8a to maintain strength of the table.

25 2. Work Holding Plate: Alumina ceramics (made by KYOCERA

CORP.) was used, as shown in FIG. 3, cooling water paths were formed on the rear surface portions corresponding to wafer adhering regions, and in the same regions a total of 85 fine holes (a diameter of 0.3 ± 0.1 mm and 17 fine holes per wafer) for evacuation were formed, penetrating from the front surface of the work holding plate to the rear surface thereof.

3. Polishing Cloth: Suba 600 made by Rodel Co. was adhered on the polishing table.

[0096]

10 4. Other Performance of Polishing Apparatus:

a) unevenness in rotation of the polishing table: ± 0.5 %

b) displacement in rotation of the polishing table surface: 15 μm ,
and

c) displacement in rotation of the polishing table rotary shaft: 30
15 μm .

5. Construction of Temperature Adjusting System:

Like the integrated heat quantity control system shown in FIGs. 8 and 9, a temperature adjusting system was constructed such that flow rates and temperatures were adjusted in the respective following systems: a temperature adjusting fluid flow path system of the polishing table, a temperature adjusting fluid flow path system of the work holding plate, a polishing agent solution cycling system, a polishing table rotary shaft temperature adjusting fluid flow path system and a work holding plate rotary shaft temperature adjusting fluid flow path system for each of the work holding plates.

6. Outlines of Polishing Operation:

Each set of 5 silicon wafers each having a diameter 200 mm and a thickness 750 μm was adhered on each of 4 work holding plates each having a diameter 565 mm at room temperature (25°C) using an
5 adhesive (a methanol solution of a polyol polyurethane adhesive) with an adjusted viscosity of 5 mPa·s at 25°C such that the following formula is satisfied and centers of 5 wafers of each set are distributed equidistantly on a circle with a radius 175 mm from the center of each work holding plate. Coating of the adhesive was performed using a
10 spin coating apparatus and adhesion of the wafers was performed using the apparatus shown in FIG. 4.

[0097]

[Formula 3]

$$R = \{(r + x) + \sin(\pi/N)(r + 2y)\} / \sin(\pi/N) \quad \dots \quad (1)$$

15 (in the above formula (1), R : a diameter of a work holding plate (mm), r : a diameter of a wafer (mm), x : a distance between two adjacent wafers (mm), y : a distance between a wafer and a peripheral edge of the work holding plate (mm), N : the number of wafers/work holding plate and π : the ratio of the circumference to its diameters.)

20 [0098]

At this time, the wafers were adhered onto respective adhering portions while evacuating from a rear surface of a work holding plate using a vacuum evacuation apparatus and a work holding plate rear surface suction jig separately prepared, and the
25 evacuation was continued at 200 mm Torr or less till the adhesion

was completed (0.5 min). By performing such adhesion under evacuation, the average thickness of the adhesive layers at the adhering portions was in the range of from 0.20 to 0.22 μm per wafer and the deviation of the thickness of each wafer was 0.012 μm or less.

5 [0099]

 In such a fashion, 20 wafers were adhered on the work holding plates and polished in the following conditions:

 [0100]

 (1) Polishing Table:

- 10 Rotational Frequency: 30 rpm \pm 0.5 %,
 Cooling Water: 50 l/min or less, changeable
 Inlet Temperature: room temperature - 1°C (within \pm 0.5°C), and
 Outlet Temperature: room temperature + 1°C or less.

 [0101]

15 (2) Work Holding Plate (free rotation) :

- Load Weight Added: 250 g per cm^2 of a wafer surface,
 Cooling Water: 20 l/min or less (per work holding plate),
changeable
 Inlet Temperature: room temperature - 1°C (\pm 0.5°C), and
20 Outlet Temperature: room temperature + 1°C or less.

 [0102]

 (3) Polishing Solution:

- SiO_2 content: 20 g/l, pH: 10.5 to 10.8, specific gravity: 1.02 to 1.03,
and

- 25 Supply Amount: 30 l/min.

(4) Polishing Time: 10 min

(5) Polishing Removal: 10 μm

(6) Room Temperature: $25 \pm 1^\circ\text{C}$

[0103]

5 Temperature control of each cooling water system during the polishing was performed by the integrated heat quantity control system shown in FIGs. 8 and 9. Particularly, surface temperatures of exposed surfaces of the polishing cloth were measured using a thermal image sensor over a distance corresponding to a diameter of
10 the work holding plate on a radius of the polishing table, and a supply temperature of the polishing agent solution (a slurry inlet temperature) was controlled such that an average of the measured surface temperatures was restricted within 3°C of an environmental temperature (room temperature). The progress of the temperature
15 control is shown in FIG. 10.

[0104]

 Thus, the temperature on the surface of the polishing cloth during the polishing was controlled within 3°C of room temperature (25°C). An analytical result of a temperature distribution from the
20 rear surface of the work holding plate through the lower surface of the polishing table in this case is shown in FIG. 11; a temperature of the work holding plate and a temperature of the polishing table are restricted within 3°C of a temperature 25°C prior to polishing action (an environmental temperature = room temperature). Furthermore,
25 as shown in FIG. 23(b), it is understood that displacement of the

upper surface of the table in a direction normal thereto at any point at this time is restricted to 10 μm or less as against the state prior to the polishing.

[0105]

5 After the wafers has been polished in the above conditions, each wafer was separated from a corresponding polishing plate; thereafter, cleaning was applied on each wafer in the following way, that is, pure water \rightarrow alkaline solution \rightarrow $\text{NH}_4\text{OH}/\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$ pure water; and then finish precision was measured. Results are shown in Table 10 1 in comparison with results of Comparative Example 1.

[0106]

[Table 1]

15

Evaluation Items	Evaluation Details	Example 1	Comparative Example 1
GBIR	\bar{X}	1.0 μm	1.5 μm
	σ	0.3 μm	0.47 μm
SFQRmax	Max	2.0 μm	3.0 μm
	\bar{X}	0.10 μm	0.15 μm
	σ	0.03 μm	0.03 μm
SBIRmax	Max	0.2 μm	0.25 μm
	\bar{X}	0.16 μm	0.31 μm
	σ	0.03 μm	0.06 μm
	Max	0.25 μm	0.5 μm

20

[0107]

Abbreviated symbols in Table 1 are described as follows:

GBIR: Global Back-side Ideal Range (= TTV) (a difference between the 25 maximum and the minimum in thickness across the entire front

surface of a wafer with a rear surface thereof as a reference plane.)

SBIR: Site Back-side Ideal Range (= LTV) (a difference between the maximum and the minimum in height in a given region (site) of a front surface of a wafer with a rear surface thereof as a reference plane.)

SFQR: Site Front least sQuare < site > Range (a difference between the maximum and the minimum in height in each site of a front surface of a wafer.)

[0108]

10 Measuring conditions in Table 1 are as follows:

Measuring Instrument: ADE 9600E + (made by ADE corporation)

Wafer: 8-inch-diameter wafers

Pieces: 20 wafers per batch

15 Measuring Region: all the surface except a peripheral, annular region of a width of 2 mm from the edge of a wafer.

SFQRmax and SBIRmax are measured in areas obtained by segmenting all the measuring surface of a wafer into 25 mm x 25 mm squares.

[0109]

20 (Comparative Example 1)

Polishing and results thereof according to a prior art technique are shown as Comparative Example 1 in comparison with the results of Example 1.

[0110]

25 Fundamental construction of the polishing apparatus is as

follows:

1. Polishing Table: As shown in FIGs. 16 and 17, an upper table 12 (made of an SUS410 flat plate) and a lower table 23 made of cast iron (FC-30) on an upper surface of which recesses 21 serving as cooling
5 water paths are formed are placed over on the other and fastened with clamping members 11 to fabricate a polishing table 10.

[0111]

2. Work Holding Plate: As shown in FIG. 18, the work holding plate 13 made of alumina ceramics is pressed downward by an upper load
10 15 provided with a rotary shaft 18 with a rubber elastic member 13a interposed therebetween.

3. Polishing Cloth: SuBa600 made by Rodel Co. was adhered on the upper surface of the polishing table 10.

[0112]

- 15 4. Other Performance of Polishing Apparatus:

- a) unevenness in rotation of the polishing table: $\pm 2 \%$
- b) displacement in rotation of the polishing table surface: $30 \mu\text{m}$,
and
- c) displacement in rotation of the polishing table rotary shaft: 140
20 μm .

[0113]

5. An integrated heat quantity control system was constructed as shown in FIGs. 14 and 15. FIGs. 14 and 15 are similar to the construction of FIGs. 8 and 9 except that none of a temperature
25 adjusting fluid supply system of the work holding plate, a polishing

table rotary shaft temperature adjusting fluid system, and a work holding plate rotary shaft temperature adjusting fluid system exist; therefore, repeated descriptions thereof are omitted.

[0114]

5 6. Outlines of Polishing Operation:

In a similar way to Example 1, a total 20 wafers (each having a diameter 200 mm and a thickness 750 mm) were adhered and held such that each set of five wafers is placed on each of 4 work holding plates each having a diameter 565 mm and centers of the wafers of each set are equidistantly located almost on a circle with a radius (175 mm) of 2/3 times a radius of a work holding plate from the center thereof.

[0115]

Adhering of a wafer was performed as follows: A beeswax adhesive SKYLIQUID HM-4011 made by Nikka Seiko K.K. was dissolved into isopropyl alcohol and applied on a to-be-adhered surface (rear surface) of each wafer with a spin coater in advance, and thereafter, the wafer is heated to 50°C and held at the temperature for about 0.5 min to evaporate and remove the solvent. Thereafter, the wafer was further heated to about 90°C to melt the wax (a viscosity of 1000 mPa·s at 90°C); subsequently, the wafer was placed at a prescribed position on a work holding surface of the work holding plate heated equally to 90°C; an adhering tool of a rubber elastic member in the shape convex outwardly shown in FIG. 21 was pressed onto the to-be-polished surface (a front surface) of the wafer such that

air is expelled from the adhesion layer in the adhering portion to the outside. After that, the adhering tool was taken off and the wafer was allowed to cool to room temperature.

[0116]

5 In the case where the adhesion was performed by means of the above-described method, the work holding plate and the wafer were adhered each other in a state heated at 90°C; therefore, an average thickness of the adhesive layer was in the range of 0.3 to 0.8 μm on every wafer and a deviation of the thickness was on the order
10 of 0.1 μm within one wafer because of deformation due to differences in thermal expansion coefficient between the wafer, the work holding plate and the wax, unevenness in application of a pushing force by the rubber elastic member and others.

[0117]

15 7. Polishing Conditions:

(1) Polishing Table:

Rotational frequency: 30 rpm \pm 2 %,

Cooling Water: 15 l/min,

Inlet Temperature: 12°C \pm 1°C, and

20 Outlet Temperature: not controlled.

[0118]

(2) Work Holding Plate (free rotation)

Load Added: 250 g per cm^2 of wafer surface.

(3) Polishing Solution:

25 AJ-1325, pH: 10.5 to 10.8, SiO_2 content: 20 g/l, specific gravity:

1.02 to 1.03 (a trade name of a colloidal silica polishing agent made by Nissan Chemical Industries, Ltd.) and

Supply Amount: 10 l/min.

Supply Side Outlet Temperature: $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

5 [0119]

(4) Polishing Time: 10 min

(5) Polishing Removal: 10 μm

[0120]

Temperature control of a cooling water system is performed
10 by the integrated heat quantity control system shown in FIGs. 14 and
15 and a progress in the polishing operation is shown in FIG. 12.
While a temperature on the front surface of the polishing cloth was
measured using the thermal image sensor in a similar way of
Example 1, in this case no control was especially performed on the
15 surface temperature of the polishing cloth which is left alone. Such
changes in the surface temperature of the polishing cloth at this time
are shown in FIG. 13 and the temperature rose from about 20°C prior
to the polishing to about 32°C after completion of the polishing. A
temperature distribution from the work holding plate to the polishing
20 table in this case is analyzed as shown in FIG. 13; temperature
changes were experienced to be 10°C or more after the polishing when
compared with the temperature distribution prior to the polishing.
Thereby, an amount of thermal deformation of the polishing table in a
direction normal thereto amounts to locally $100\text{ }\mu\text{m}$ or more as shown
25 in FIG. 23(c).

【0121】

Polishing finish precision of the wafers thus processed resulted at a lower level compared with Example 1 as shown in Table 1.

5 【0122】

【Advantage of the invention】

As described above, according to a polishing apparatus and a polishing method of the present invention, high precision polishing of a work, such as a wafer having a diameter of, for example, 8 inches to 10 12 inches or more can be attained with high efficiency. Furthermore, according to a method for adhering a work of the present invention, a work, for example, a wafer can be uniformly adhered without producing deformation of a work holding plate, thereby an effect serving as an aid for realizing high precision polishing of a wafer 15 being achieved.

【Brief description of the drawings】

【FIG.1】

FIG. 1 is a partly omitted explanatory sectional view showing an embodiment of a polishing apparatus of the present invention.

20 【FIG.2】

FIG. 2 is an explanatory sectional view showing an embodiment of a polishing table used in a polishing apparatus of the present invention.

【FIG.3】

25 FIG. 3 is an explanatory sectional view showing an

embodiment of a work holding plate used in a polishing apparatus of the present invention.

【FIG.4】

FIG. 4 is an explanatory view showing an embodiment of a method for adhering a work of the present invention.

【FIG.5】

FIG. 5 is a partly cutaway top plan view showing a temperature adjusting fluid flow path of another embodiment of a polishing table of the present invention.

10 【FIG.6】

FIG. 6 is a longitudinal sectional view showing an upper fluid path portion and a lower fluid path portion of the polishing table of FIG. 5.

【FIG.7】

15 FIG. 7 is a rear view of the polishing table of FIG. 5.

【FIG.8】

FIG. 8 is a block diagram showing a configuration of each apparatus in an integrated heat quantity control system in the present invention.

20 【FIG.9】

FIG. 9 is a flow chart showing control action of the integrated heat quantity control system in the present invention.

【FIG.10】

FIG. 10 is a graph showing relationships between a polishing time and a polishing cloth surface temperature, the polishing time

25

and a polishing agent solution supply temperature, and the polishing time and a polishing agent solution return temperature in Example 1.

【FIG.11】

FIG. 11 is an analytical view of a temperature distribution in the range of from a rear surface of a work holding plate to a lower surface of a polishing table in Example 1.

【FIG.12】

FIG. 12 is a graph showing relationships between a polishing time and a polishing cloth surface temperature, a polishing agent solution supply temperature, a polishing agent solution return temperature, a polishing table cooling water supply temperature, and a polishing table cooling water return temperature in Comparative Example 1.

【FIG.13】

FIG. 13 is an analytical view of a temperature distribution in the range of from a rear surface of a work holding plate to a lower surface of a polishing table in Comparative Example 1.

【FIG.14】

FIG. 14 is a block diagram showing a configuration of each apparatus in an integrated heat quantity control system used in Comparative Example 1.

【FIG.15】

FIG. 15 is a flow chart showing control action of the integrated heat quantity control system in Comparative Example 1.

25 【FIG.16】

FIG. 16 is a top plan view of a polishing table used in Example 1.

【FIG.17】

FIG. 17 is a longitudinal sectional view of FIG. 16.

5 【FIG.18】

FIG. 18 is a longitudinal sectional view of a work holding plate used in Comparative Example 1.

【FIG.19】

10 FIG. 19 is an explanatory side view showing an example of a prior art wafer polishing apparatus.

【FIG.20】

FIG. 20 is an explanatory sectional view showing an example of a prior art polishing table.

【FIG.21】

15 FIG. 21 is an explanatory schematic view showing an example of a prior art method for adhering wafer onto a work holding plate, where (a) shows a state prior to application of pressure and (b) shows a state of adhesion under pressure.

【FIG.22】

20 FIG. 22 is an explanatory schematic view showing another example of a prior art method for adhering a wafer onto a work holding plate.

【FIG.23】

25 FIG. 23 is a graph showing displacement amounts of a polishing table in a direction normal thereto prior to polishing and

during the polishing in Example 1 and Comparative Example 1, where (a) shows measuring points, (b) shows a displacement amount in Example 1 and (c) shows a displacement amount in Comparative Example 1.

5 【Legend】

1: a vacuum vessel, 2: bellows, 3: a cylinder for vertically shifting bellows, 4: an internal pressure adjusting pipe for bellows, 5: an internal pressure adjusting pipe for a vacuum vessel, 6: a vacuum suction pipe, 7: a frame, 8: a rib, 8a: a rib structure, 9, 9a, 9b: flow
10 paths for a temperature adjusting fluid, 10: a conventional polishing table, 11: a clamping member, 12: an upper table, 13, 20: conventional work holding plates, 13a: a rubber elastic member, 14: a polishing agent supply pipe, 15: an upper load, 16, 31: polishing cloths, 17: a rotary shaft, 18: a rotary shaft, 19: a polishing agent solution, 20a: a
15 work adhesion surface, 21, 34, 50, 51, 52: recesses, 22: an adhesive, 23: a lower table, 24: a wafer pressure member, 25: a pressure head, 26: a pressure cylinder, 27: an air bag, 28: a polishing apparatus according to the present invention, 29: a polishing table according to the present invention, 29a: a front surface, 29b: a rear surface, 30: a seal member,
20 32: a rotary shaft, 33: a long hole, 35: a center roller, 36: a top block, 37: an elastic member, 38: a work holding plate according to the present invention, 39: an adhesive, 40: a rotary shaft, 41: a polishing agent solution, 42: a polishing agent solution guide hole, 43: a support plate, 44: a bearing member, 45: a suction holes for vacuum chucking, 46: a
25 wafer adhering region, 47: a long hole, 48: an adhering base, 49: holes,

H, H1, H2, H3, H4: cooling water, W: a work(a wafer).

ABSTRACT

There are provided a polishing apparatus and a polishing method capable of performing polishing a work (such as a wafer) with high efficiency and high precision, a novel work holding plate effectively holding a work and an adhering method for a work capable of adhering the work on the work holding plate with high precision. The polishing apparatus comprises: a polishing table(29); and a work holding plate(38), wherein a work held on the work holding plate(38) is polished supplying a polishing agent solution(41) in the apparatus, and in polishing action, an amount of deformation of the polishing table(29) in a direction normal to an upper surface thereof with respect to the upper surface thereof and/or an amount of deformation of the work holding plate(38) in a direction normal to a work holding surface thereof is restricted to 100 μm or less by forming the polishing table(29) in one-piece, contriving flow paths of cooling water and others.

FIG.1

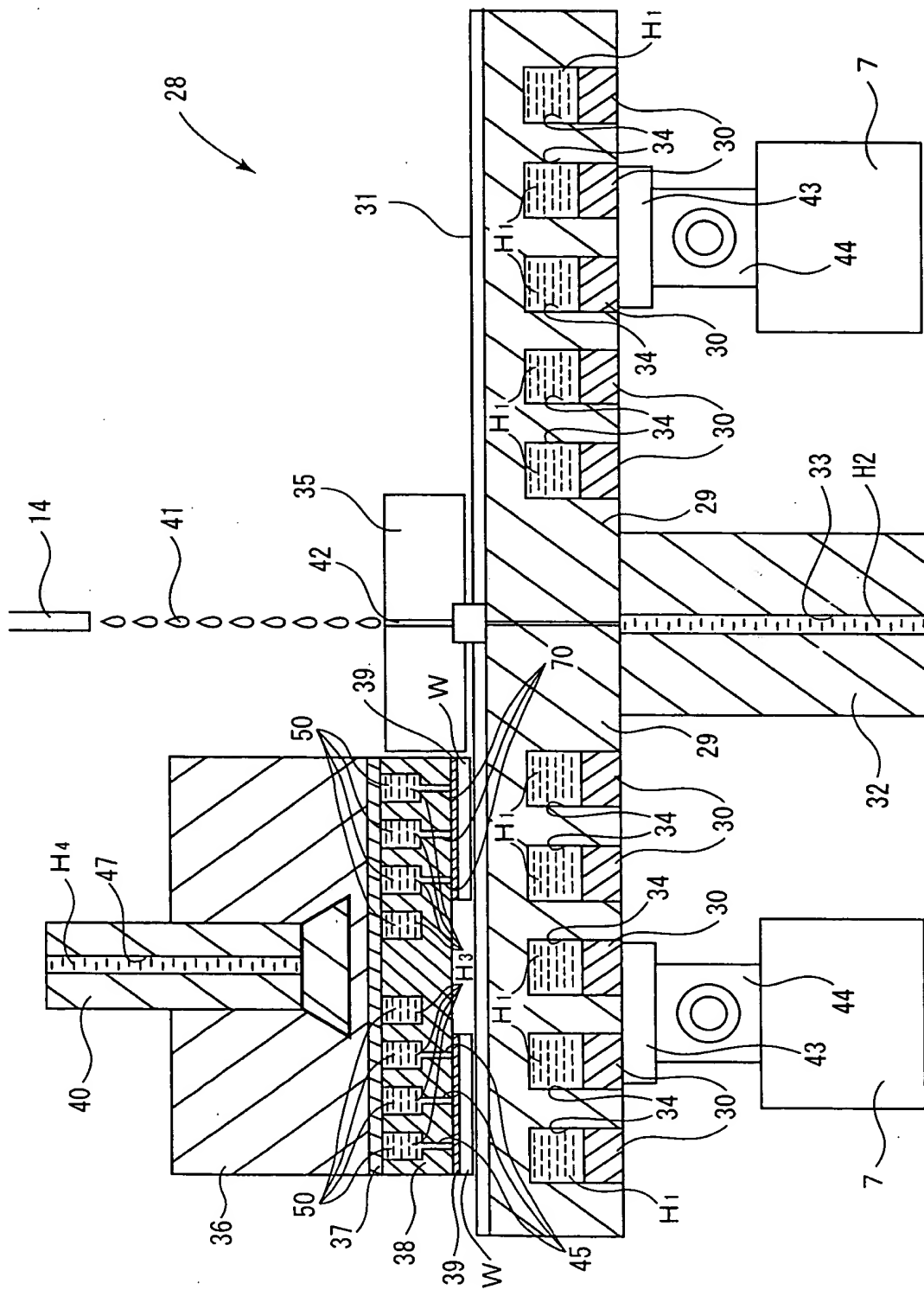
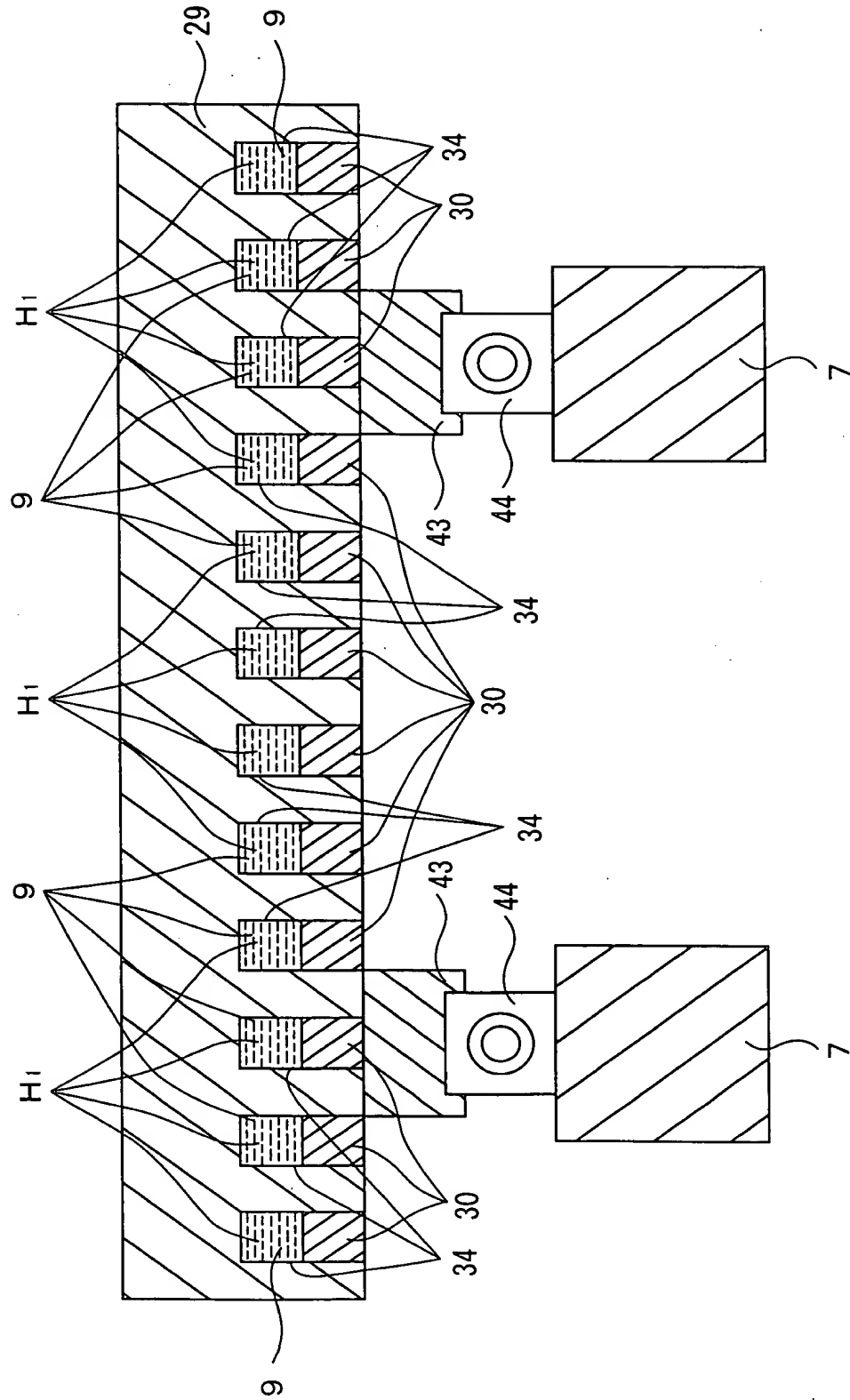


FIG. 2





3 / 2 2

FIG.3

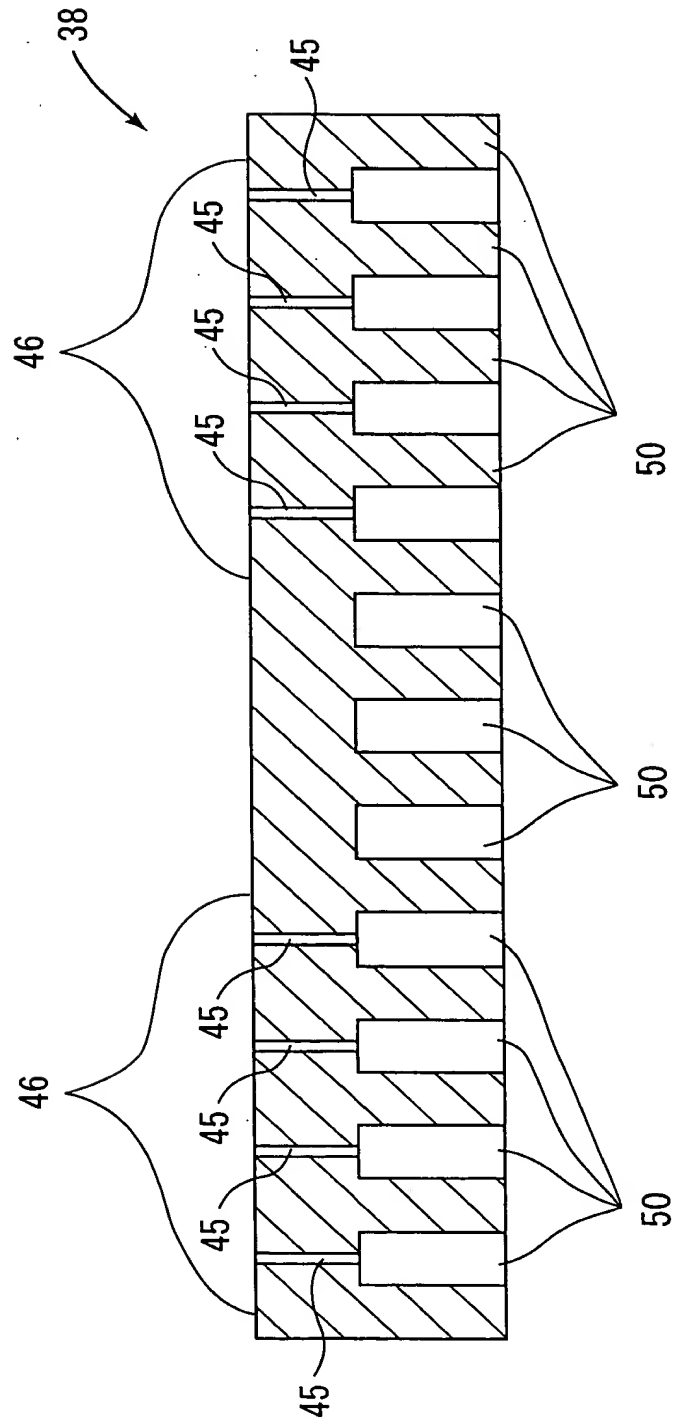
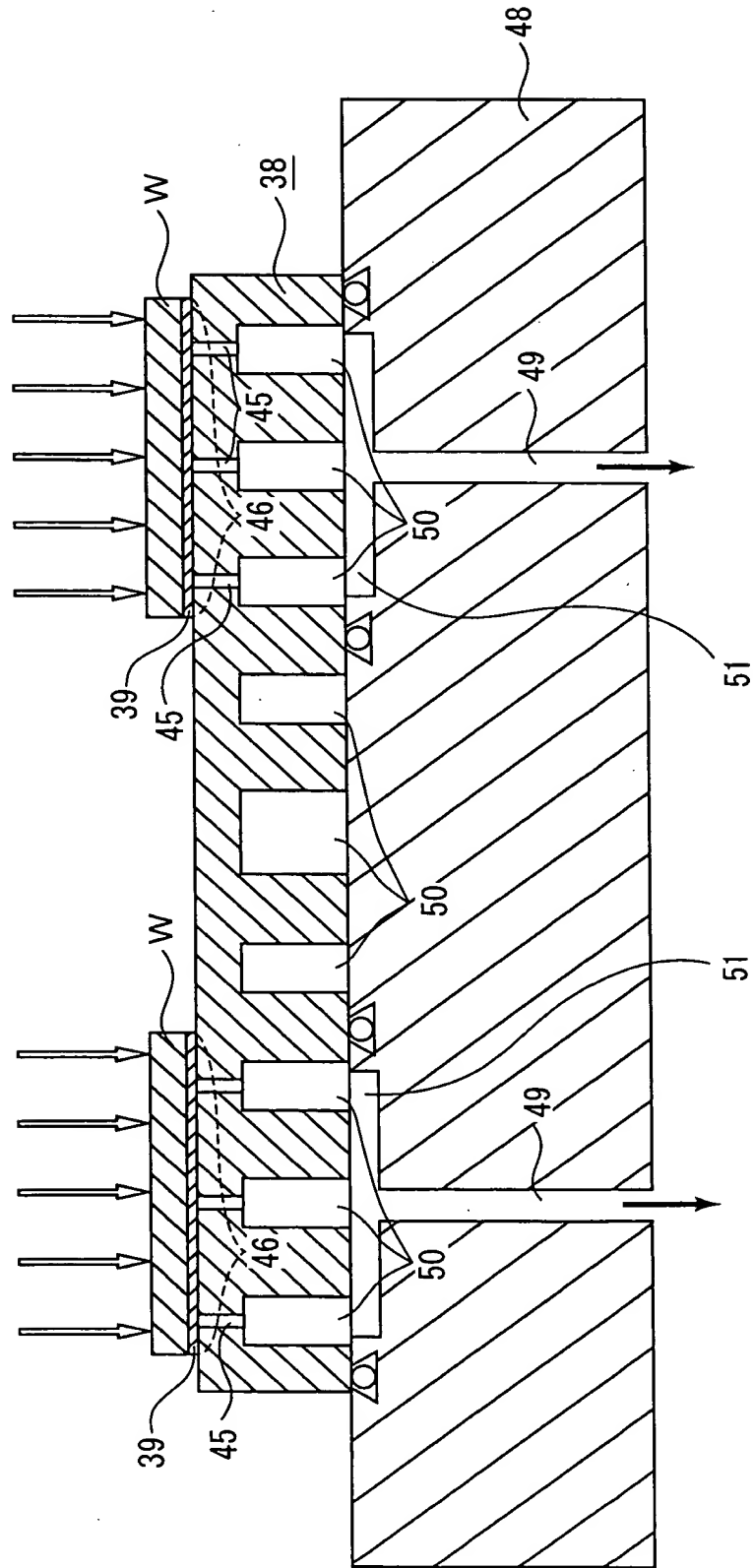


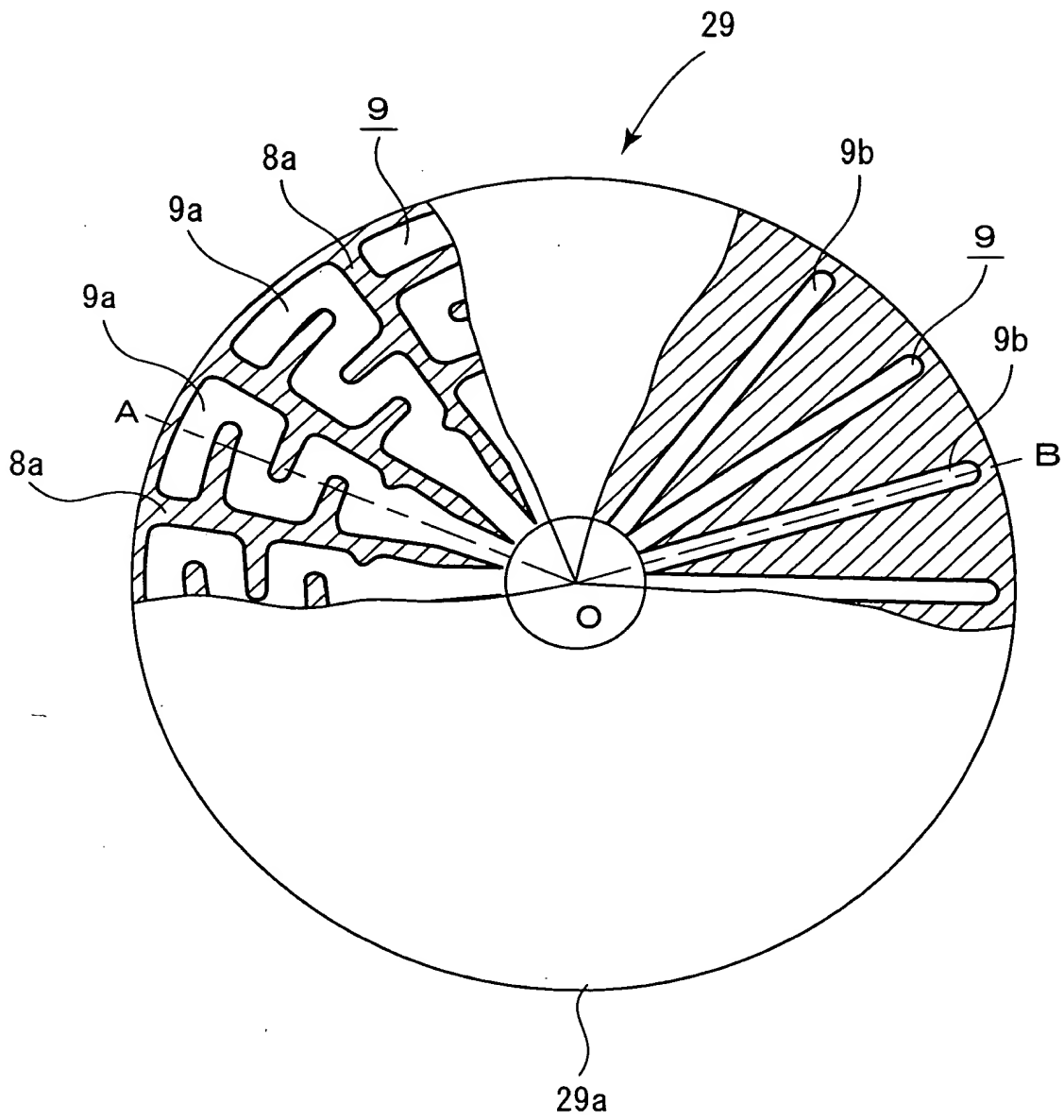
FIG. 4





5 / 2 2

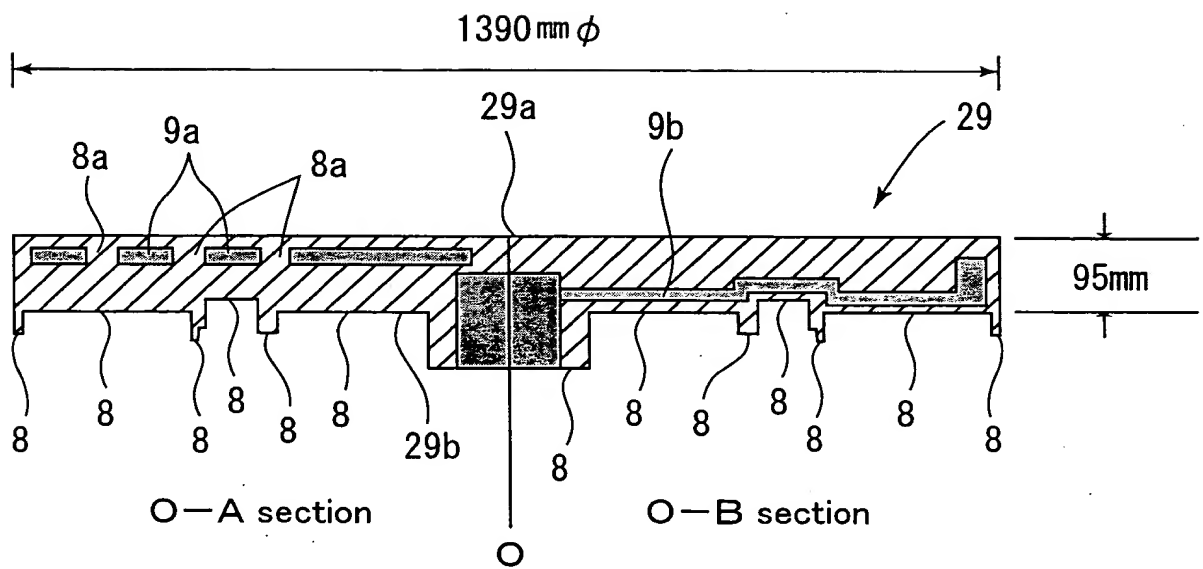
FIG. 5





6 / 2 2

FIG. 6





7 / 2 2

FIG. 7

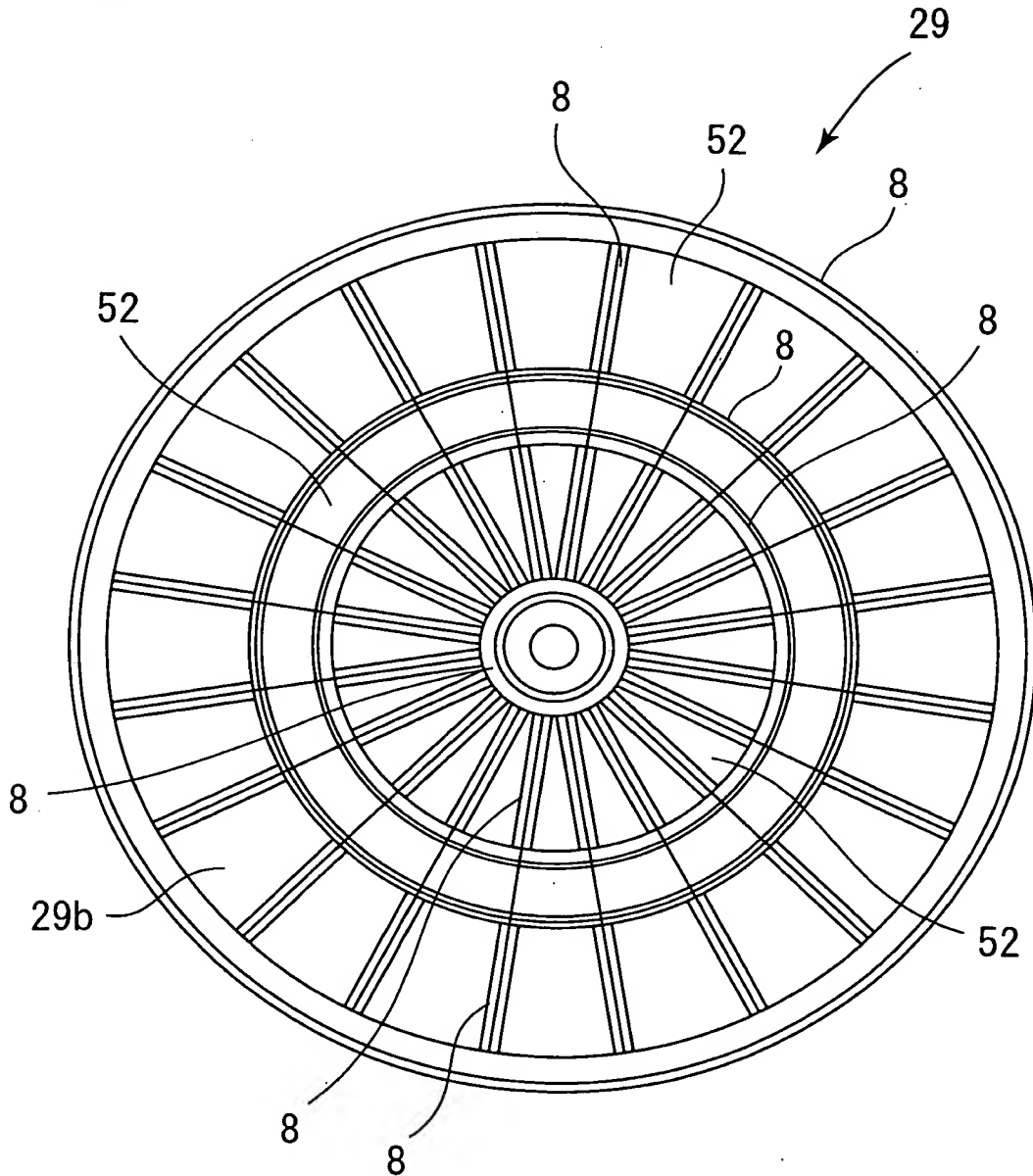


FIG. 8

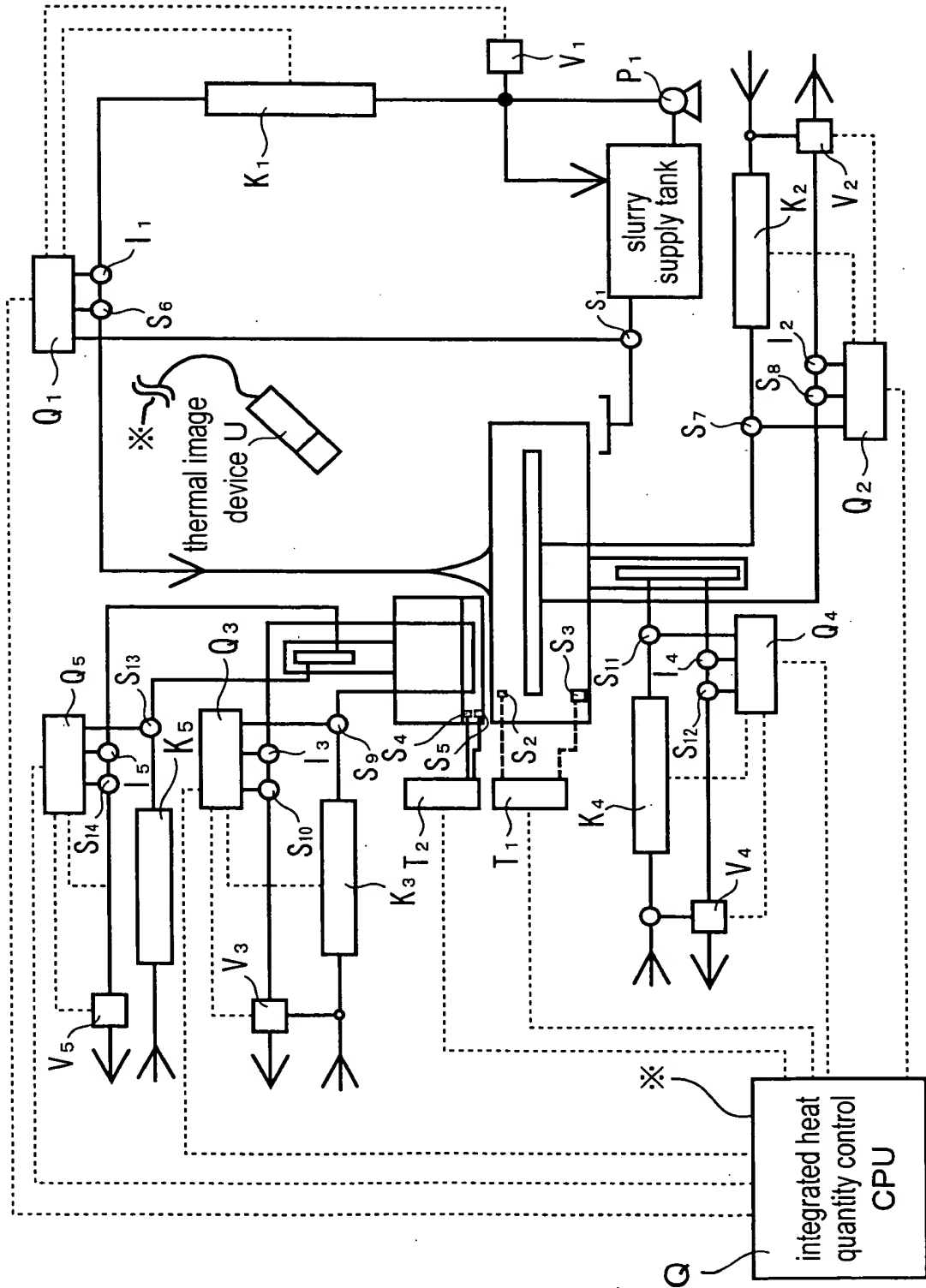
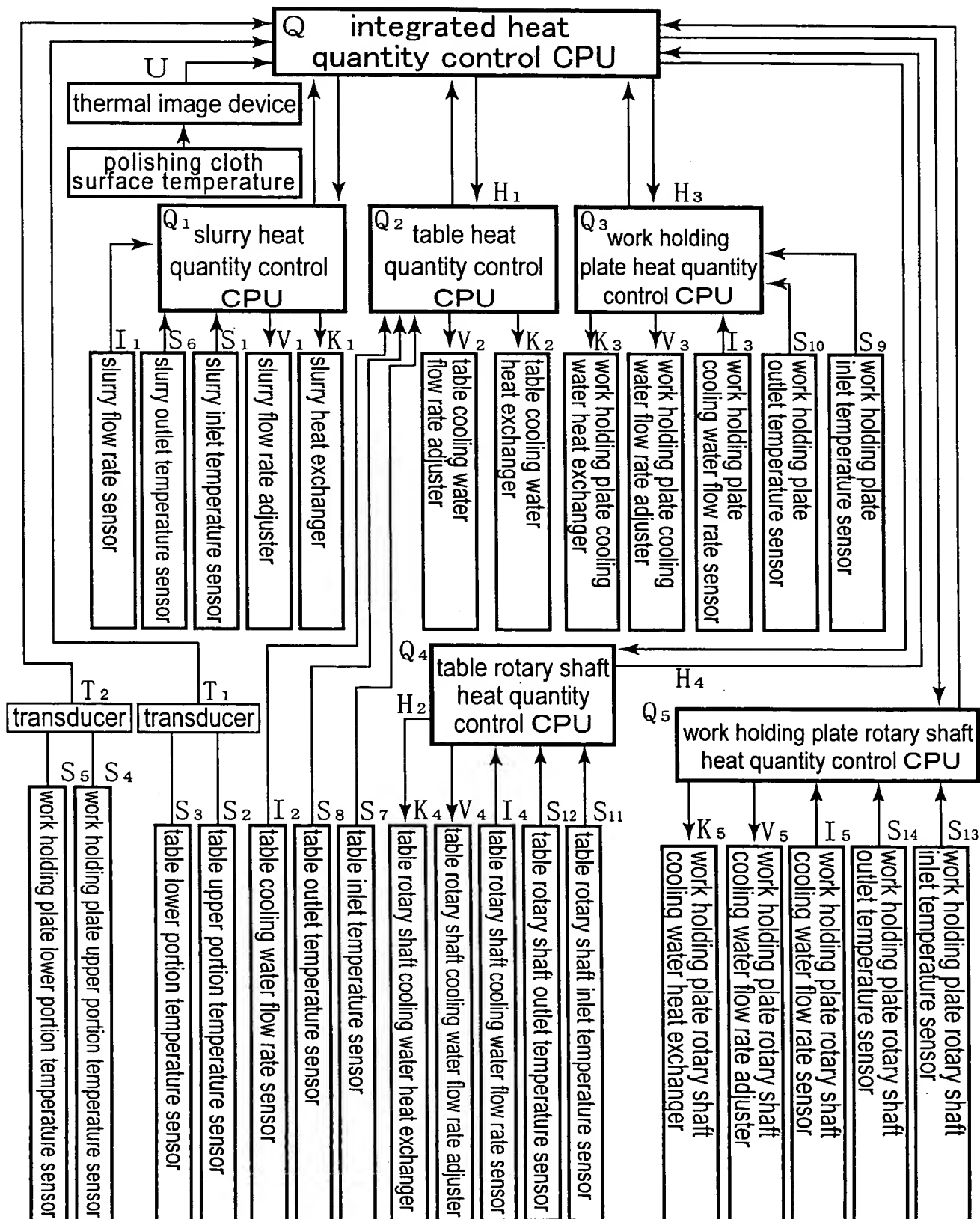


FIG. 9

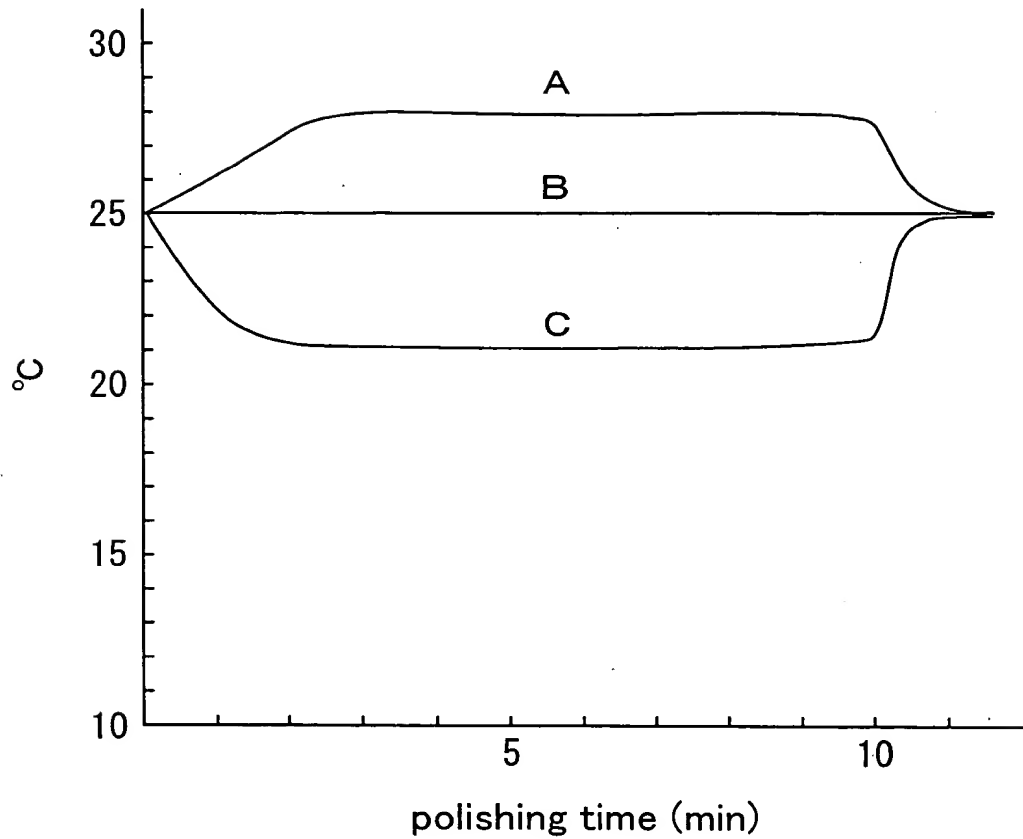
integrated heat quantity control flow chart





10 / 22

FIG. 10



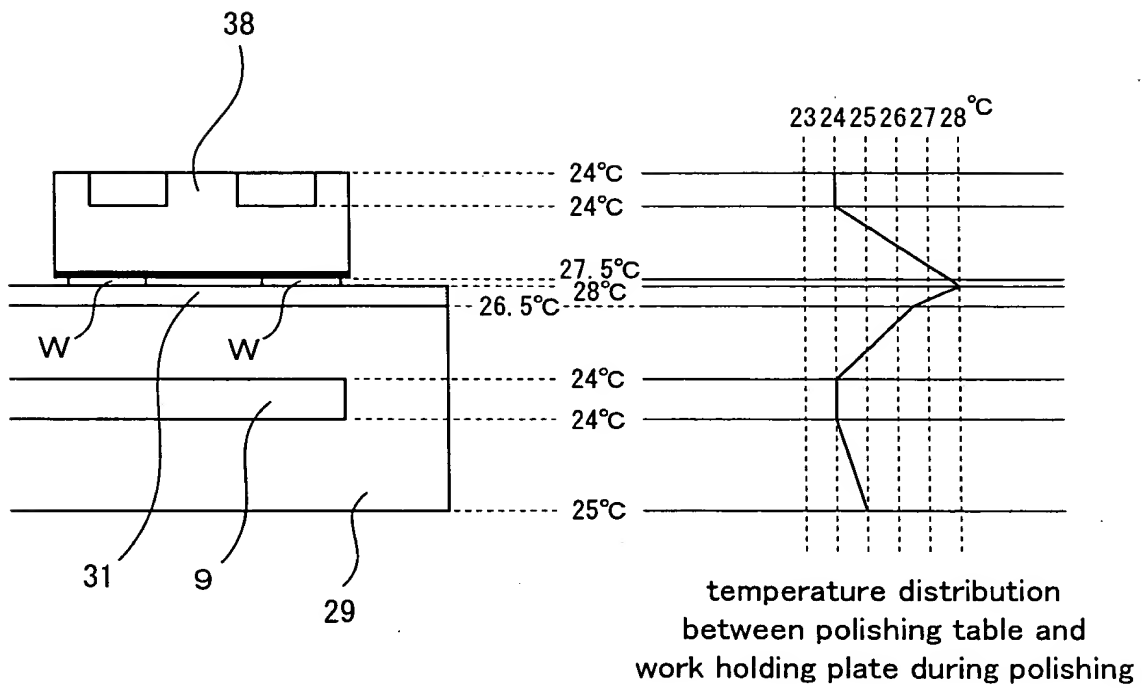
- A : polishing cloth surface temperature
- B : polishing agent solution return temperature (S₆)
- C : polishing agent solution supply temperature (S₁)

polishing agent solution supply rate 30 l/min



1.1 / 2.2

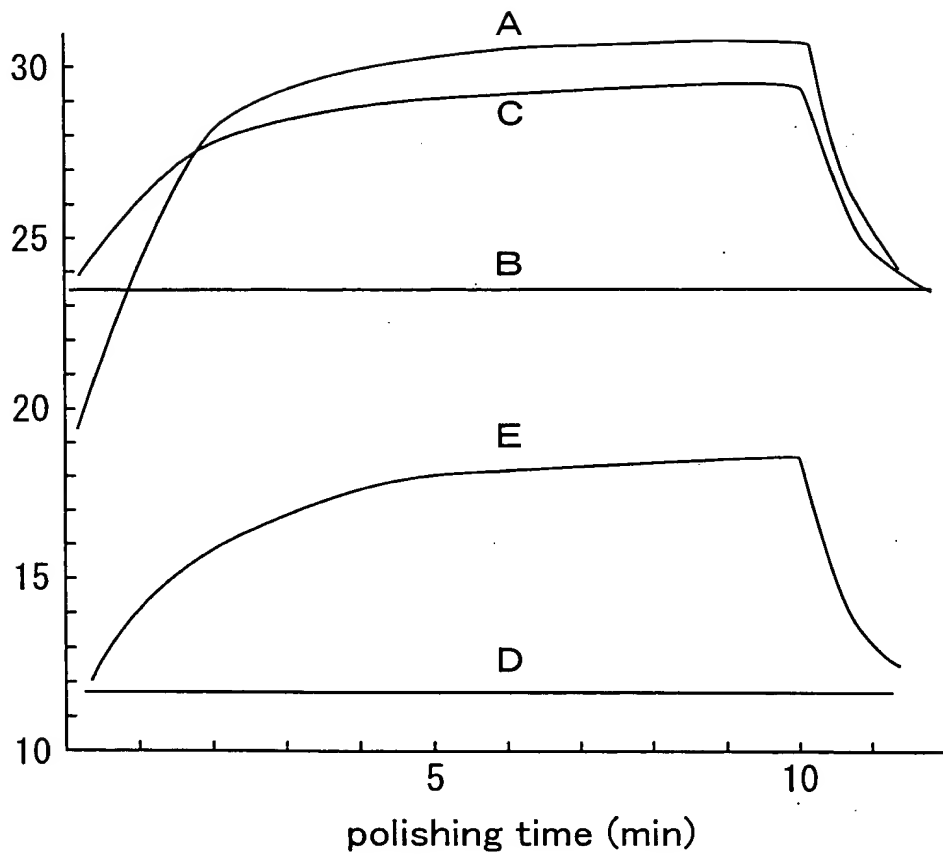
FIG. 11





12 / 22

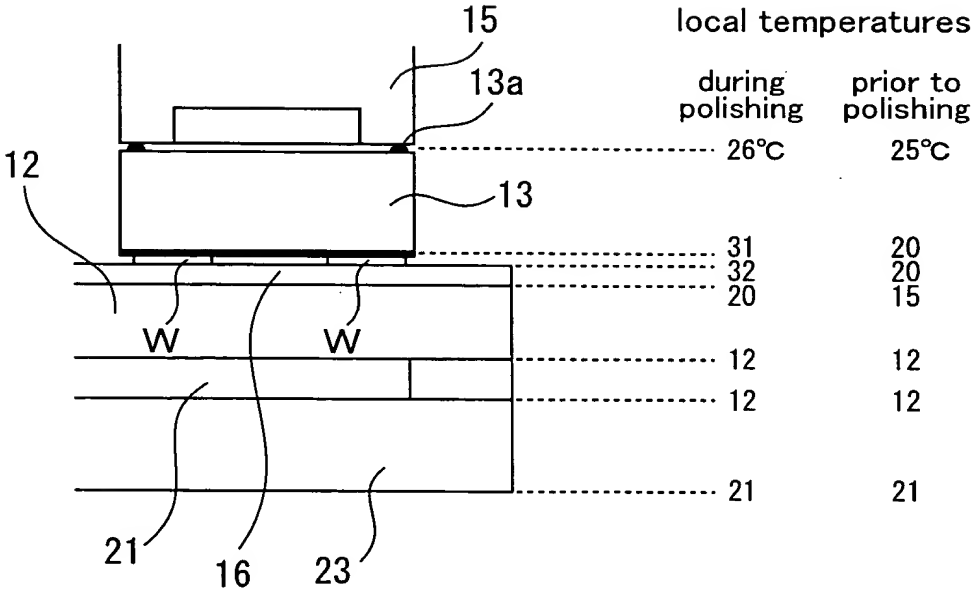
FIG. 12



- A : polishing cloth surface temperature
- B : polishing agent solution supply temperature
- C : polishing agent solution return temperature
- D : polishing table cooling water supply temperature
- E : polishing table cooling water return temperature



FIG. 13



The diagram illustrates a closed-loop liquid cooling system for a CPU. The system components and their interconnections are as follows:

- CPU:** An integrated heat quantity control unit that monitors temperatures T_1 , T_2 , and T_3 and controls valves V_1 and V_2 via a dashed control line.
- Slurry Supply Tank:** Provides the cooling medium to the system.
- Pump P_1 :** Circulates the slurry through the system.
- Heat Exchangers K_1 and K_2 :** Transfer heat between the slurry and the CPU components.
- Valves V_1 and V_2 :** Control the flow of slurry through the system.
- Flow Path:** Indicated by arrows, showing a clockwise circulation from the supply tank through the pump, heat exchangers, and back to the tank.
- Temperature Sensors T_1 , T_2 , and T_3 :** Monitor the temperature of the slurry at different points in the loop.
- Control Line:** A dashed line representing the control signal from the CPU to the valves.

FIG. 15

integrated heat quantity control flow chart

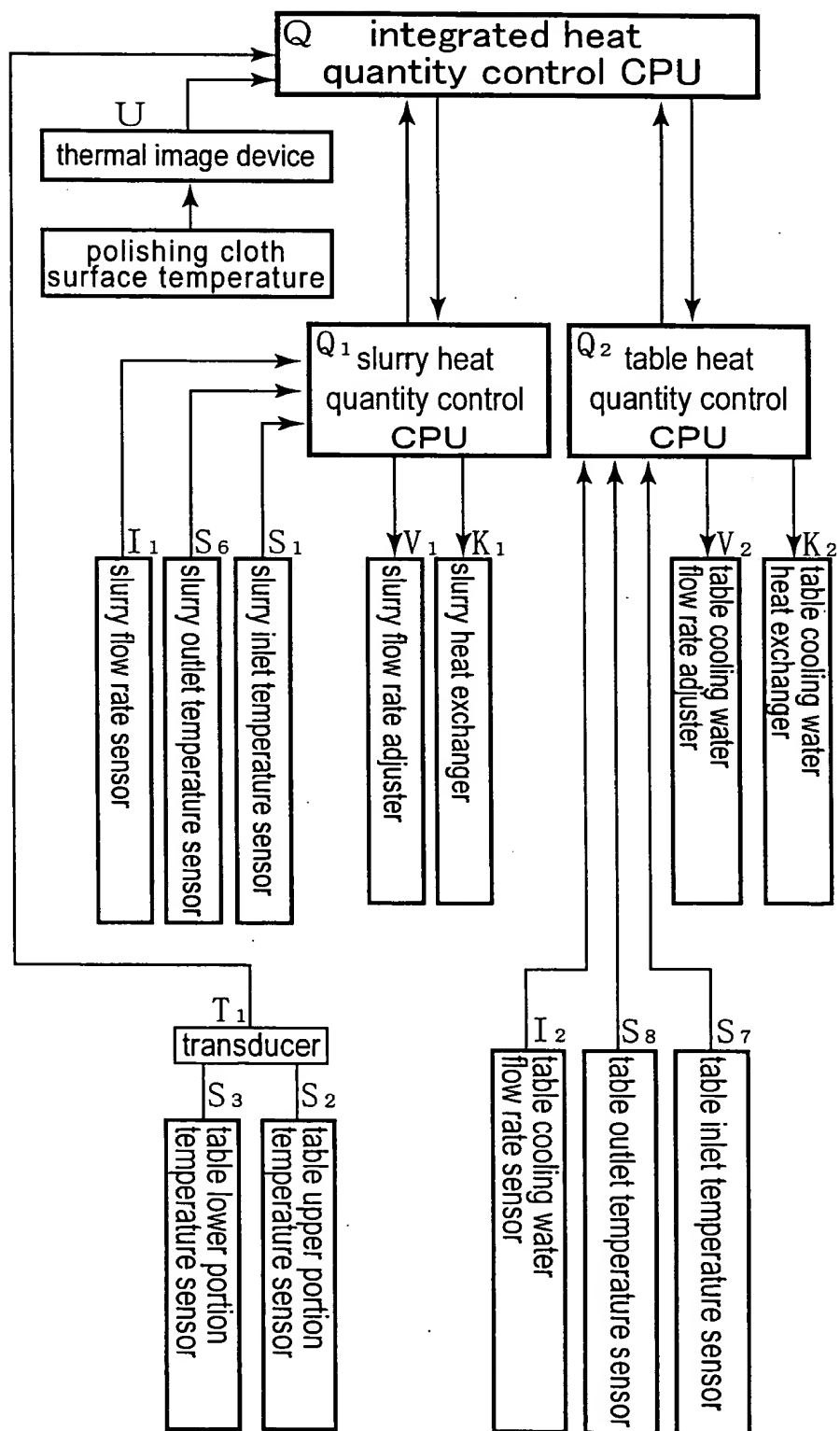


FIG. 16

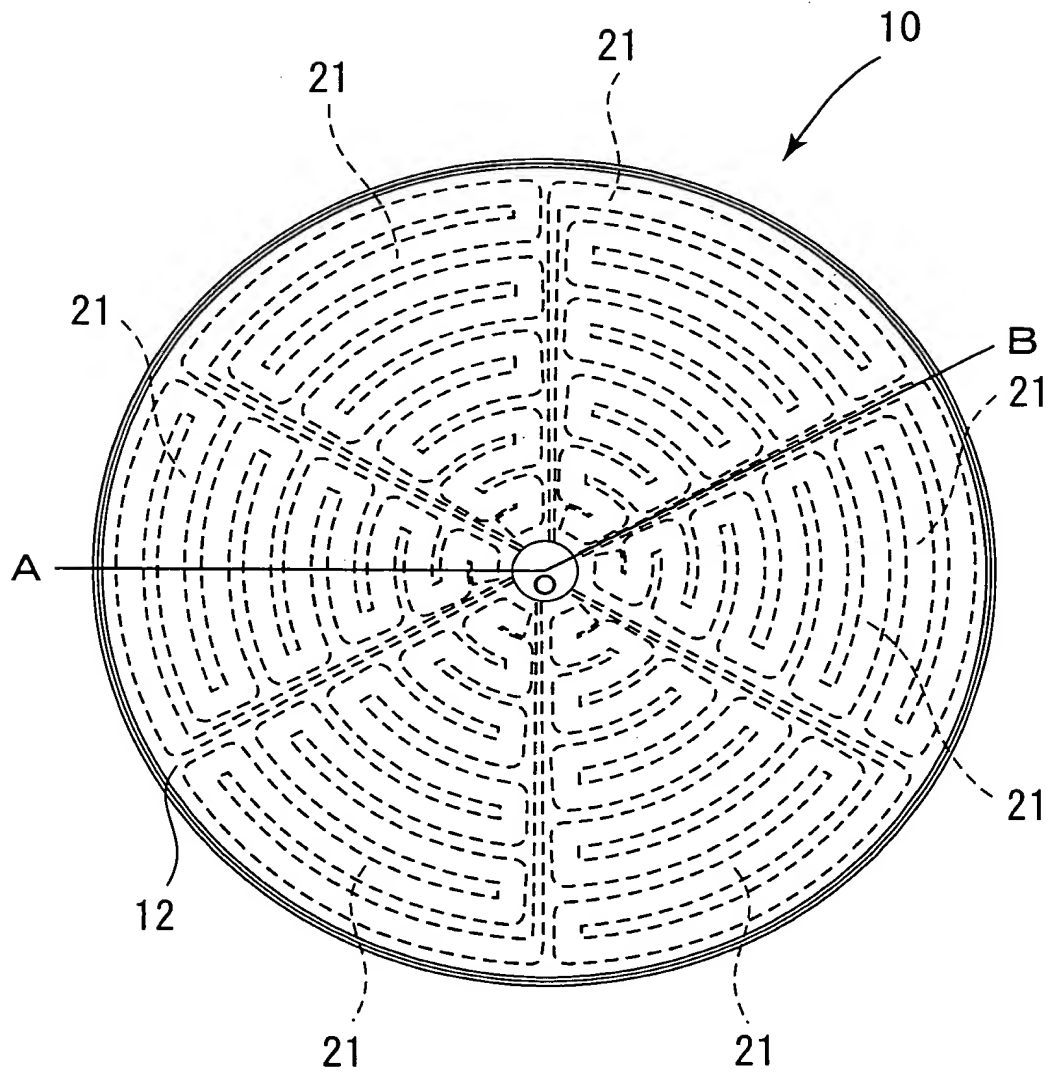


FIG. 17

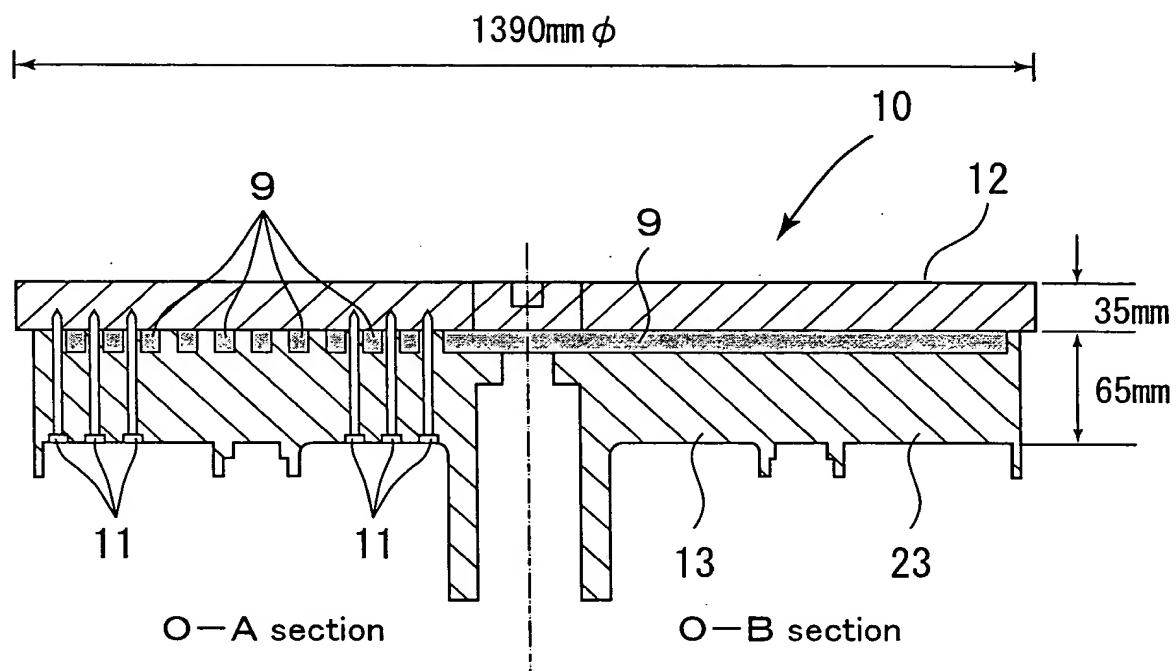


FIG. 18

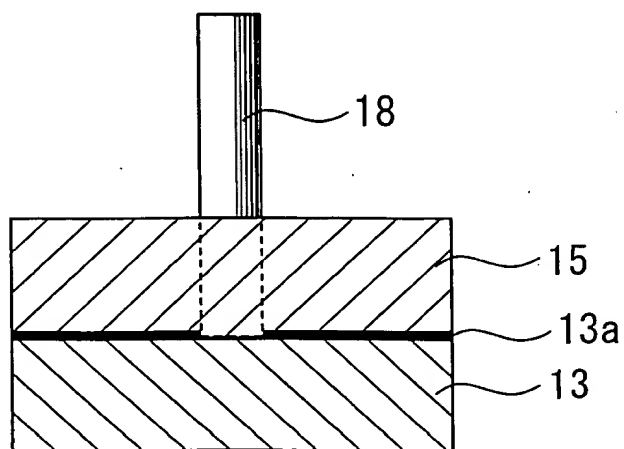
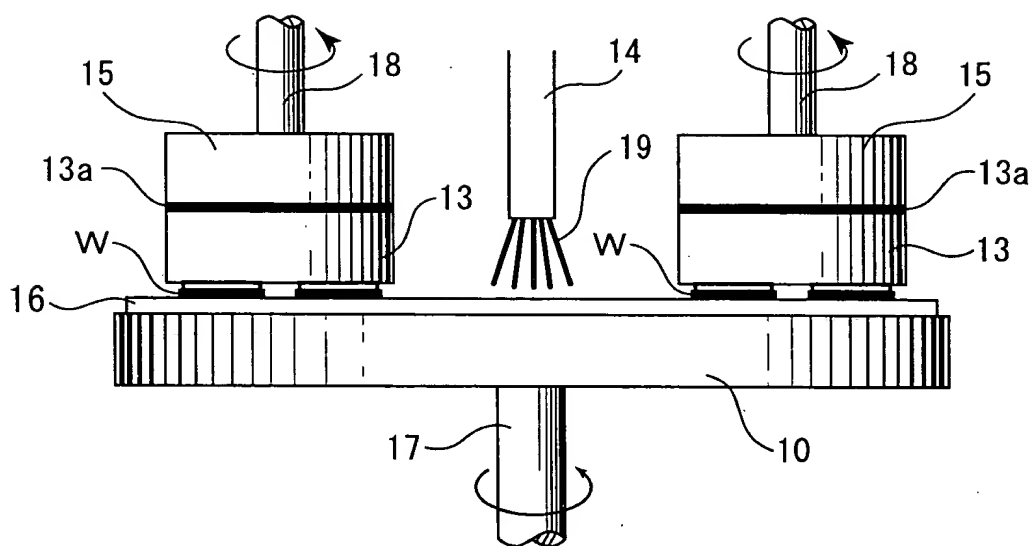


FIG. 19





19 / 22

FIG. 20

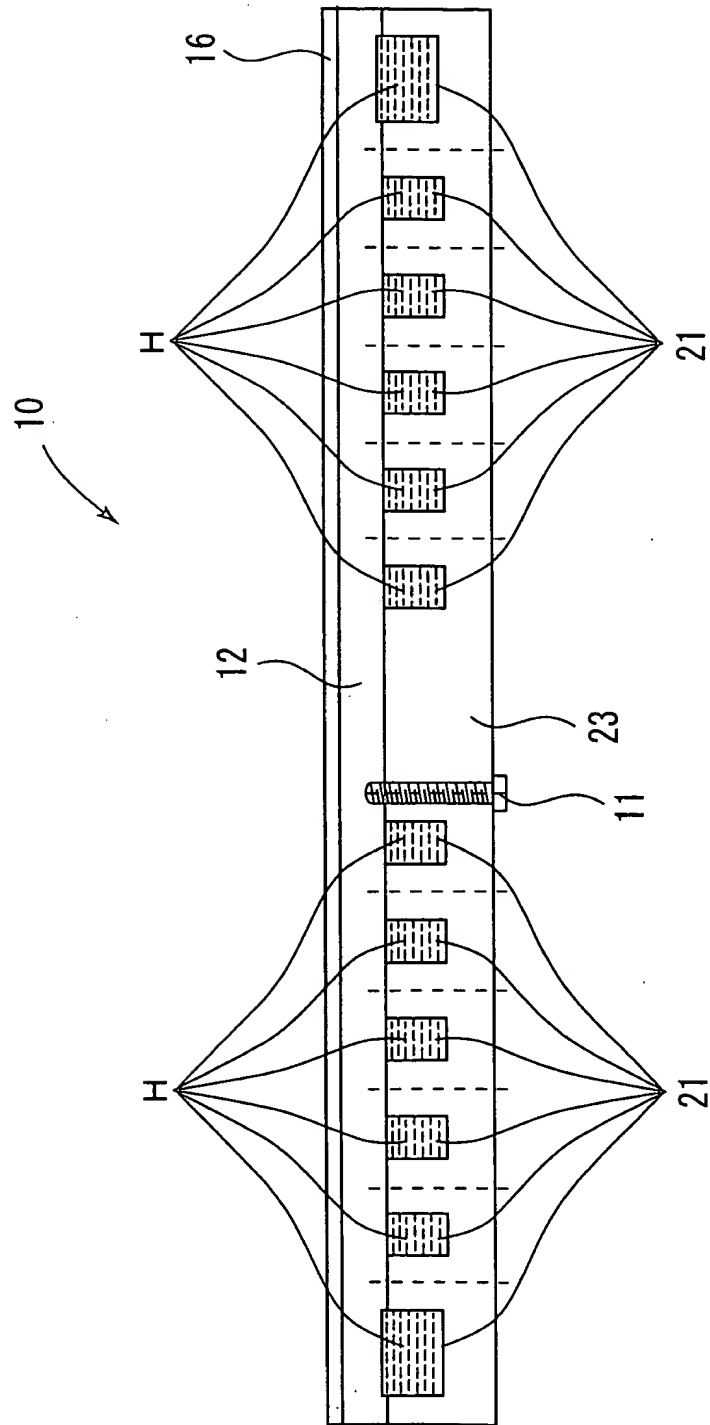


FIG. 21

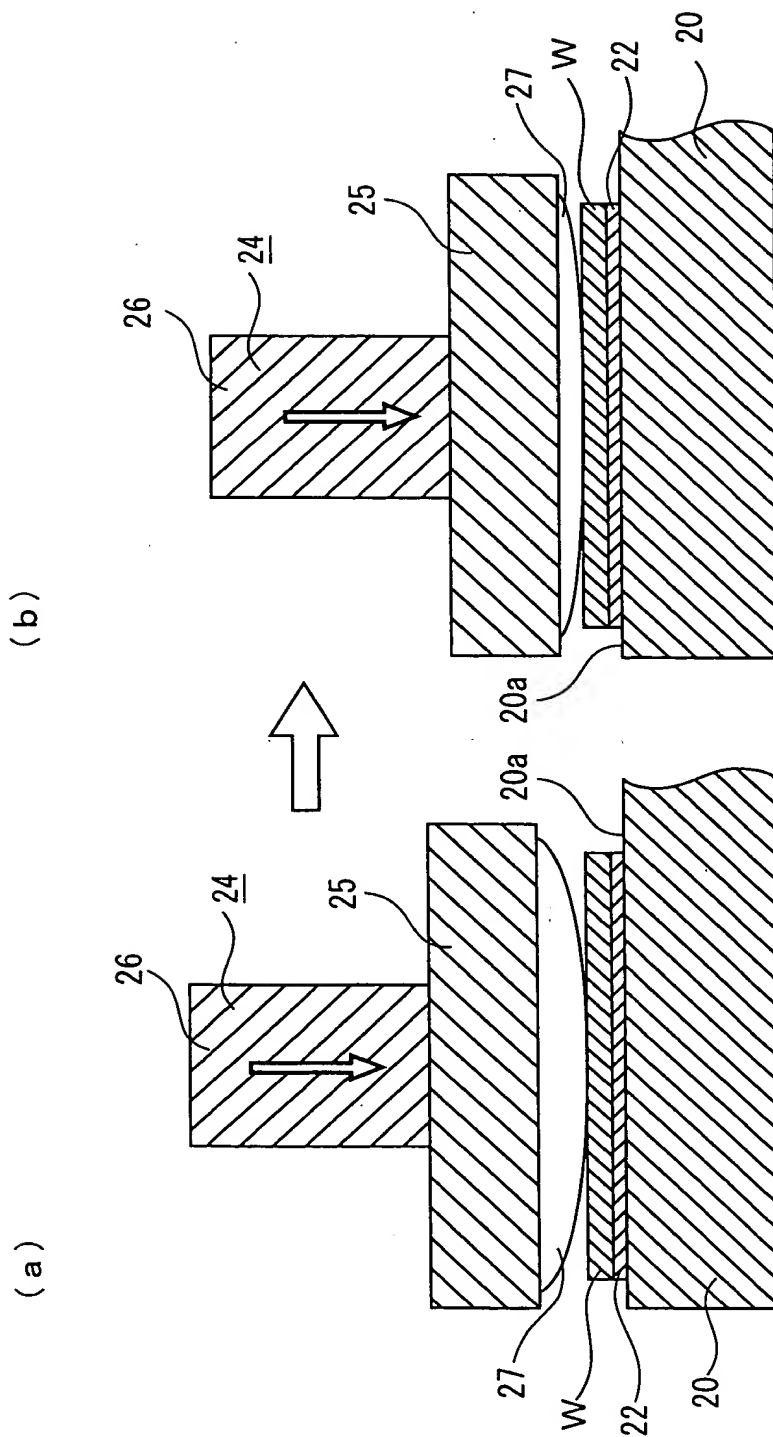


FIG. 22

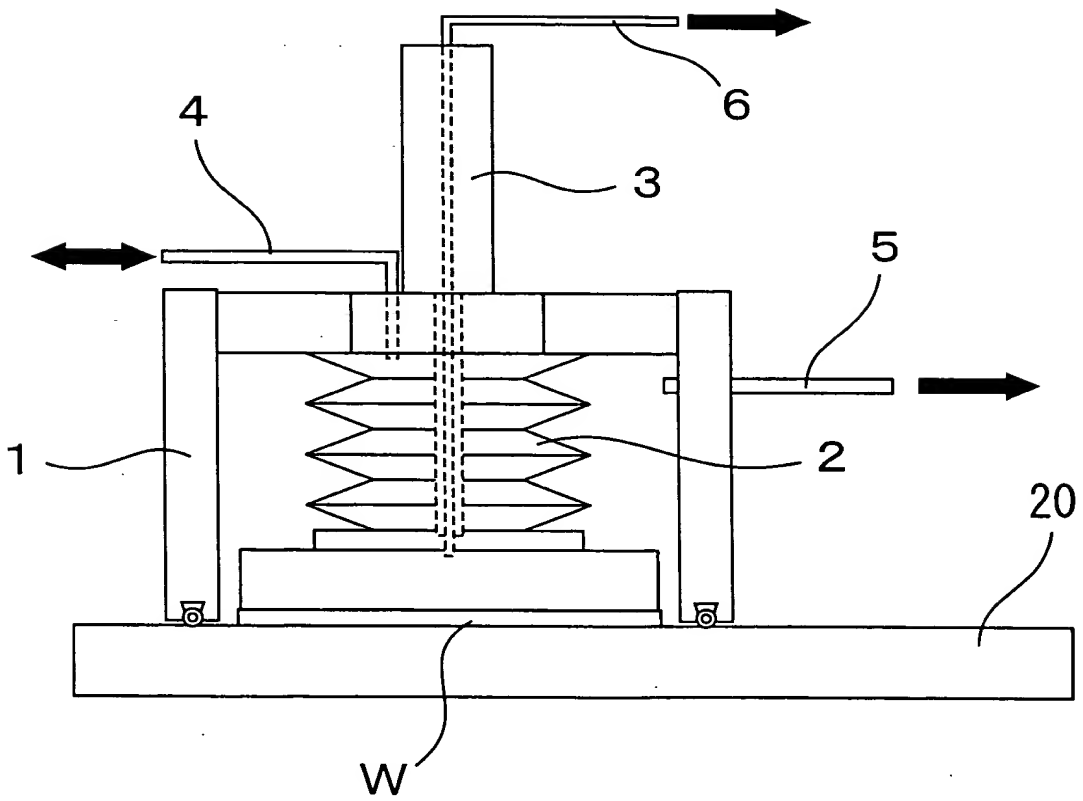
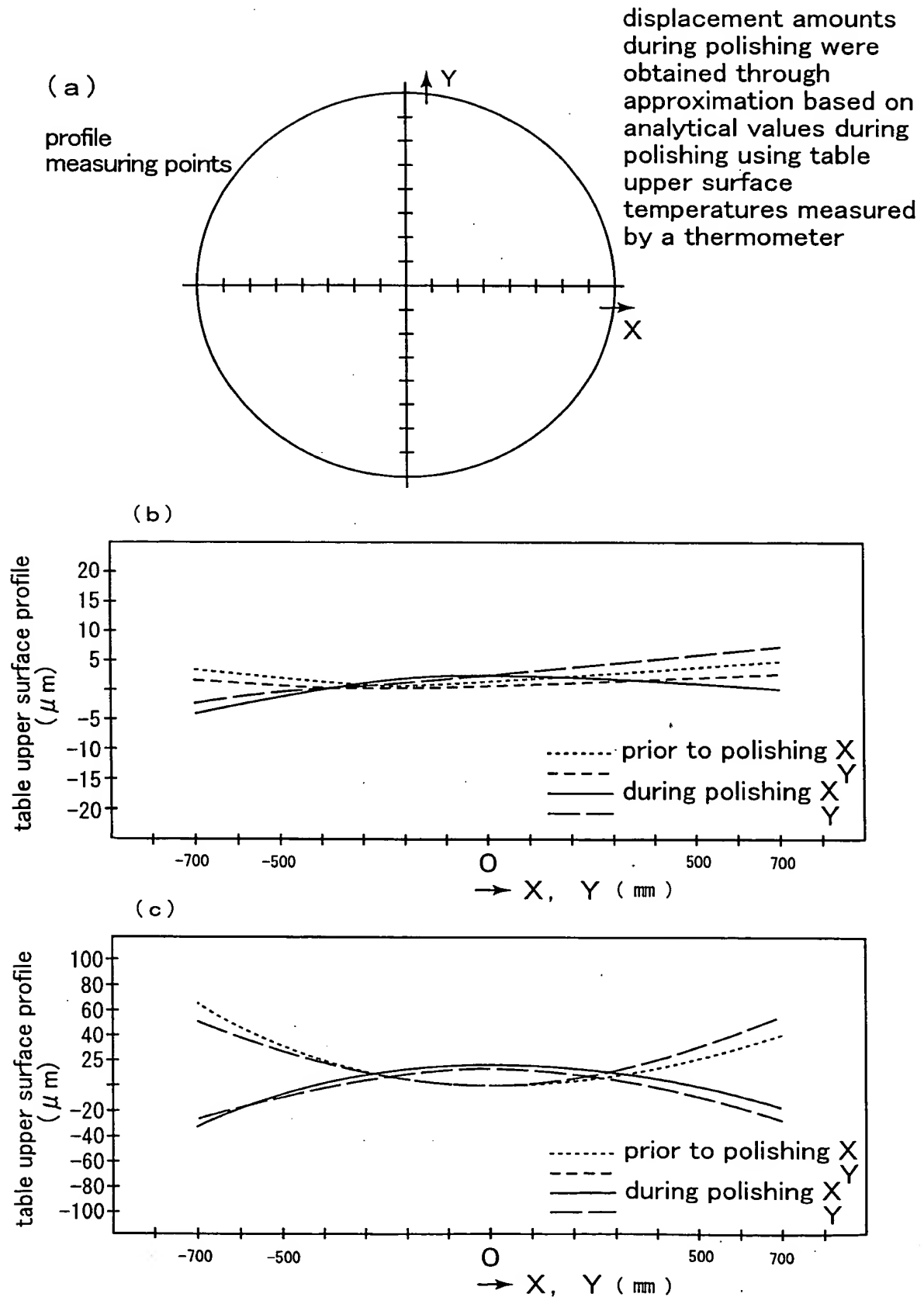


FIG. 23



09/926243

PCT/JP01/00568

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

29.01.01

REC'D 16 MAR 2001

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application:

JP01/568
2000年 1月31日

出願番号
Application Number:

特願2000-022591

出願人
Applicant(s):

信越半導体株式会社
三益半導体工業株式会社

E.K. US

BEST AVAILABLE COPY

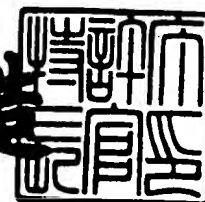
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 3月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願
【整理番号】 75880-P
【提出日】 平成12年 1月31日
【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿
【国際特許分類】 H01L 21/463
【発明者】

【住所又は居所】 群馬県群馬郡群馬町保渡田2174番地1
三益半導体工業株式会社 上郊工場内
【氏名】 木内 悦男
【発明者】

【住所又は居所】 群馬県群馬郡群馬町保渡田2174番地1
三益半導体工業株式会社 上郊工場内
【氏名】 林 俊行

【特許出願人】
【識別番号】 000190149
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内1丁目4番2号
【氏名又は名称】 信越半導体株式会社
【代表者】 小柳 俊一

【特許出願人】
【識別番号】 390004581
【住所又は居所】 群馬県群馬郡群馬町足門762番地
【氏名又は名称】 三益半導体工業株式会社
【代表者】 中澤 正幸

【代理人】
【識別番号】 100080230
【住所又は居所】 東京都豊島区東池袋3丁目7番8号
若井ビル 302号

【弁理士】
【氏名又は名称】 石原 韶二

特2000-022591

【電話番号】

03-5951-0791

【手数料の表示】

【予納台帳番号】

006921

【納付金額】

21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】

明細書 1

【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【包括委任状番号】

9804626

【包括委任状番号】

9702104

【ブルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 研磨装置及び方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 研磨定盤とワーク保持盤とを有しワーク保持盤に保持されたワークを研磨剤溶液を流しつつ研磨する研磨装置であって、研磨動作時における研磨定盤の定盤表面の法線方向での変形量及び／又はワーク保持盤のワーク保持面の法線方向での変形量を $100\mu\text{m}$ 以下に抑制したことを特徴とする研磨装置。

【請求項2】 研磨定盤とワーク保持盤とを有しワーク保持盤に保持されたワークを研磨剤溶液を流しつつ研磨する研磨装置であって、該研磨定盤が鋳造によって一体として形成され、該研磨定盤の構造は背面に複数の凹部及び／又はリブを有し、かつ定盤内部に温度調整用流体の流路を形成するとともに該流路を形成しない部分は内部リブ構造として作用するようにしたことを特徴とする研磨装置。

【請求項3】 前記研磨定盤を構成する材料の熱膨張係数の値が $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下であり、かつその耐食性がステンレス鋼とほぼ同等であることを特徴とする請求項1又は2記載の研磨装置。

【請求項4】 前記研磨定盤の材料がインバーであることを特徴とする請求項3記載の研磨装置。

【請求項5】 研磨定盤とワーク保持盤とを有しワーク保持盤に保持されたワークを研磨剤溶液を流しつつ研磨する研磨装置であって、温度調整用流体の流量及び／又は温度を制御することによって研磨動作時における研磨定盤の温度変化及び／又はワーク保持盤の温度変化を所定範囲内に制御することを特徴とする研磨装置。

【請求項6】 前記研磨動作時における前記研磨定盤及び／又は前記ワーク保持盤の任意の位置における温度の時間に対する変動が 3°C 以内であることを特徴とする請求項5記載の研磨装置。

【請求項7】 前記研磨剤溶液の温度及び／又は流量を制御して研磨動作時における研磨布の研磨面の任意の位置における温度の時間に対する変動を 10°C 以下に制御することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項記載の研磨装置。

【請求項8】 前記研磨定盤の回転ムラを1%以下に抑制したことを特徴とする請求項1～7のいずれか1項記載の研磨装置。

【請求項9】 前記研磨定盤の研磨面の回転時の面ブレを $15\mu\text{m}$ 以下に抑制したことを特徴とする請求項1～8のいずれか1項記載の研磨装置。

【請求項10】 前記研磨定盤の回転軸の回転ブレを $30\mu\text{m}$ 以下に抑制したことを特徴とする請求項1～9のいずれか1項記載の研磨装置。

【請求項11】 前記ワーク保持盤が背面に凹部を形成するか、又はリップ構造を有することを特徴とする請求項1～10のいずれか1項記載の研磨装置。

【請求項12】 前記ワーク保持盤の材料がアルミナセラミックス又はSiCであることを特徴とする請求項11記載の研磨装置。

【請求項13】 前記ワーク保持盤の前記ワークとの接着領域内に該ワークを吸引保持するための複数の細孔が開孔していることを特徴とする請求項12記載の研磨装置。

【請求項14】 研磨定盤とワーク保持盤とを有しワーク保持盤に保持されたワークを研磨剤溶液を流しつつ研磨する研磨装置を用い、研磨動作時における研磨定盤の定盤表面の法線方向での変形量及び／又はワーク保持盤のワーク保持面の法線方向での変形量を $100\mu\text{m}$ 以下に抑制したことを特徴とする研磨方法。

【請求項15】 研磨定盤とワーク保持盤とを有しワーク保持盤に保持されたワークを研磨剤溶液を流しつつ研磨する研磨方法において、前記研磨定盤上に貼設された研磨布によって前記ワークの被研磨面を研磨する際、研磨動作時における該研磨布の研磨面の任意の位置における温度の時間に対する変動を 10°C 以下とすることを特徴とする研磨方法。

【請求項16】 研磨定盤とワーク保持盤とを有しワーク保持盤に保持されたワークを研磨剤溶液を流しつつ研磨する研磨方法において、研磨中における前記ワークの温度の時間に対する変動を 10°C 以下に抑制することを特徴とする研磨方法。

【請求項17】 前記研磨剤溶液の温度及び／又は流量を制御して研磨動作時における研磨布の研磨面の任意の位置における温度及び／又はウェーハの温度

の時間に対する変動を10℃以下に制御することを特徴とする請求項15又は16記載の研磨方法。

【請求項18】 研磨定盤とワーク保持盤とを有しワーク保持盤に保持されたワークを研磨する研磨装置を用いる研磨方法であって、ワーク保持盤に複数のウェーハを次式(1)の関係を2mm以内の誤差で満足するように配置して保持することを特徴とする研磨方法。

【数1】

$$R = \{(r+x) + \sin(\pi/N)(r+2y)\} / \sin(\pi/N) \dots (1)$$

(上式(1)中、R:プレート径(mm)、r:ウェーハ径(mm)、x:ウェーハ間距離(mm)、y:ウェーハとワーク保持盤外周端距離(mm)、N:ウェーハ枚数/ワーク保持盤、 π :円周率)

【請求項19】 rが200mm以上で、 $5 \leq N \leq 7$ 、 $5 \leq x \leq 20$ 、 $7 \leq y \leq 22$ であることを特徴とする請求項18記載の研磨方法。

【請求項20】 ワーク保持盤の厚さdが $aR < d < bR$ ($a=0.04 \sim 0.08$ 、 $b=0.10 \sim 0.12$)であることを特徴とする請求項19記載の研磨方法。

【請求項21】 請求項1～13のいずれか1項記載の研磨装置を用いてシリコンウェーハを研磨することを特徴とする請求項14～19のいずれか1項記載の研磨方法。

【請求項22】 温度変化が±2℃以内の環境において実施することを特徴とする請求項21記載の研磨方法。

【請求項23】 接触領域内にワークを吸引保持するための複数の細孔が開孔しているワーク保持盤を用いワーク保持盤背面側から細孔を介してエアを排気しつつウェーハを接着剤にてワーク保持盤に接着することを特徴とするワークの接着方法。

【請求項24】 前記接着を20℃～30℃の間で行うことを特徴とする請求項23記載の方法。

【請求項25】 前記接着時の温度における接着剤の粘度が $1 \text{ mPa} \cdot \text{s} \sim 10$

mPa・sである接着剤を用いることを特徴とする請求項24記載の方法。

【請求項26】 ワーク接着部分の接着剤の厚みの平均値が $0.1\mu\text{m}\sim 0.5\mu\text{m}$ の範囲であって、その厚みの偏差が $0.015\mu\text{m}$ 以内であることを特徴とする請求項23～25のいずれか1項記載の方法。

【請求項27】 ワーク保持盤のワーク接着面の接着領域内にワークを真空吸着するための複数の吸着孔をワーク接着面からワーク保持盤背面まで貫通して設けたことを特徴とするワーク保持盤。

【請求項28】 ワーク保持盤の背面に凹部又はリブ構造を設けたことを特徴とする請求項27記載のワーク保持盤。

【請求項29】 請求項27又は28記載のワーク保持盤を用いることを特徴とする請求項23～26のいずれか1項記載の方法。

【請求項30】 請求項23～26及び29のいずれか1項記載の方法でシリコンウェーハをワーク保持盤に接着保持して研磨することを特徴とする研磨方法。

【請求項31】 請求項1～13のいずれか1項記載の研磨装置を用いることを特徴とする請求項30記載の研磨方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ワーク、例えばシリコンウェーハ（単にウェーハということがある）等の高効率、高精度鏡面加工を可能とした研磨装置、研磨方法、ワーク（例えばウェーハ等）を効率的に保持する新規なワーク保持盤及びワークの当該ワーク保持盤への接着方法に関する。

【0002】

【関連技術】

シリコンウェーハの大直径化とそれを用いて製作されるデバイスの高精度化を反映して、研磨仕上げされるシリコンウェーハ（研磨ウェーハ）の仕上げ精度（厚さ均一性、平坦度、平滑性）に対する要求はますます高度化しつつある。

【0003】

このような要求を満たすため、ウェーハの研磨加工技術の向上が計られると共に、研磨加工装置の開発、改善がなされてきた。

【0004】

その一つとして、特に直径300mm、ないし、それ以上の大直径ウェーハの研磨を目的に、いわゆる枚葉式研磨装置が新たに開発され、一部は実用に供されている。

【0005】

しかしながら、枚葉式研磨方法には①生産性の点でウェーハの価格低減への要求に対応が困難であり、②最近のウェーハ周縁近傍（2mm以内）までの平坦度の要求に十分対応できない、等の問題が生じてきた。

【0006】

一方、従来から広く用いられてきた複数枚のウェーハを同時に研磨するバッチ式研磨装置では、図1-9に研磨作用に直接関与する部分の構成の概要を示したように、回転軸17により所定の回転速度で回転される研磨定盤10の上面に貼設された研磨布16の表面に、1枚ないしは複数枚のウェーハWを接着等の手段によって回転シャフト18によって回転せしめられるワーク保持盤13の下面に保持して、例えば上部荷重15を用いることによってウェーハの被研磨面を所定の荷重で押し付け、同時に研磨剤供給装置（図示せず）より研磨剤供給用配管14を通して所定の流量で研磨剤溶液（以下スラリーということがある）19を研磨布16上に供給し、この研磨剤溶液19を介してウェーハWの被研磨面が研磨布16表面と摺擦されてウェーハWの研磨が行われる。

【0007】

このバッチ式研磨装置は、ウェーハの大直径化と共に装置が大型化し、研磨定盤やワーク保持盤の自重や研磨圧による撓み、研磨による発熱に起因する熱変形の他に、さらにこれらが回転する時の種々の機械的ブレが原因による研磨定盤やワーク保持盤の変形、変動によってウェーハの仕上げ精度が影響されるために、ウェーハの仕上げ面の精度に対する要求を満足することが困難となりつつある。

【0008】

このような課題に対処するため、研磨装置の構造や材質、ならびに研磨装置の

運転条件や研磨条件について種々の創意工夫がなされてきた。例えば、装置の構造、とくに(a)研磨定盤についてその熱変形を防止するために、図20に示すように、上面に研磨布16を貼付した上定盤12の裏面に、冷却水Hを循環させるための多数の凹部21を設けた下定盤23を別体として設けると共に、研磨圧力による変形防止のために定盤背面にリブを設けること、さらに熱変形の抑制を効果的に実施するため、例えば特開平7-52034号公報や特開平10-296619号公報に示される如く、研磨定盤構造と冷却水流路の配置に工夫がなされてきた。

【0009】

しかし、図20に示した従来の研磨定盤10においては、例えば、SUS410を上定盤12とし、それに冷却水流路を設けたFC-30の如き鋳鋼製の下定盤23とを上下に締結具11等で締め付けて結合させる構造が用いられていて、研磨動作時に上定盤の上下両面間に生じる温度差が従来の研磨方法では3℃以上、多いときには5℃以上となるために、上定盤の上面は上下面の間に温度差のない場合の上面を基準面として場所によっては100μm以上の上下方向の高低差(変形)が生じる不都合があった。

【0010】

また、(b)研磨定盤材料に熱膨張係数の小さい($8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)材料を使用すること(WO94/13847号公報)、セラミックスを用いて冷却水の循環流路を内部のほぼ全域にわたって設けた一体構造の研磨定盤(実開昭59-151655号公報)等のほか、さらに(c)ワーク保持盤についても、同様にウェーハ保持面の温度均一性を向上させる目的で温度制御用流体を保持盤内部に循環させること(特開平9-29591号公報)が提案されてきた。

【0011】

又、研磨作用に伴なう発熱によるウェーハや研磨布の温度上昇を抑制するために、先述のワーク保持盤や研磨定盤の冷却の他に、研磨作用面に直接供給する研磨剤溶液(通常コロイド状シリカの弱アルカリ性水溶液が用いられる)にも冷却機能を持たせ、純粋に研磨作用に必要な供給量以上の量を研磨布上に供給し、研磨部位から排出された研磨剤溶液はコスト低減のために循環使用することが行わ

れてきた。

【0012】

しかしながら、従来の研磨装置の構成並びに上述のような冷却方式では研磨中の研磨布表面の温度は研磨開始から次第に上昇し、特にウェーハの被研磨面と摺擦される部分ではその値は通常10℃以上に達し、その部分に相当する直下の研磨定盤の上面部分の温度も3℃以上上昇する。

【0013】

一方、定盤下面部分の温度は冷却水による温度上昇抑制の効果もあって、その温度変化は1℃以内に抑制される。したがって、研磨定盤の上面と下面の間のみならず研磨定盤上面の高温部分と低温部分の間にも少なくとも3℃以上の温度差が生じ、このために生じる熱変形によって定盤表面形状は温度差が存在しない場合に対し表面の法線方向に100 μm 以上変形変位する部分が生ずる。

【0014】

さらに、ワーク保持盤もシリコンウェーハの大直径化に対応して大型化し、例えば、直径8インチウェーハの研磨用のワーク保持盤ではその直径がおよそ600mmとなり、それと共にワーク保持盤の重量も増大してきた。

【0015】

したがって、研磨加工面における発熱によるワーク保持盤の熱変形のみならず自重による研磨時の変形が問題となり、これを抑制するために、ワーク保持盤の厚さを厚くしたり、或いはセラミック（シリコンカーバイド、アルミナ）等の縦弾性係数の大きい材料を用いて変形量を小さくすることが試みられてきた。

【0016】

また、従来のバッチ式研磨においては、例えば図21に示すごとく、研磨されるべきウェーハWはワーク保持盤20のワーク接着面20aに接着剤22を介して接着する方式が用いられてきた。

【0017】

その際、接着剤22層中やウェーハ又はワーク保持盤20と接着剤22との界面にエアが残留しないようにすることが重要である。そのために図21に示したように加圧ヘッド25の下面に下方に凸状に湾曲するように設けられたエアパッ

グ27を加圧シリンダー26によってウェーハWの上面（接着される面と反対側の面）に押し当て、ウェーハ被接着面の中心部から周縁に向けて順次ワーク保持盤に押し付けることによって接着部位のエアをウェーハの外周縁部に向けて押し出すようにして接着される。しかし、このようなウェーハ加圧用部材24による押圧方法によって、ウェーハWとワーク保持盤との境界層におけるエアは押し出されるが、他方接着剤層22の厚さはウェーハ中心部で薄くなりやすく、そのためにウェーハWは撓んだ状態で接着されるという不都合があった。

【0018】

従来、ウェーハの接着に用いられる接着剤には研磨時の研磨剤溶液に対する耐性、非潤滑性、研磨発熱によるウェーハ温度上昇を介しての接着剤温度上昇による特性変化等の要因を考えて、天然ロジン、合成ロジンエステル、蜜蝋、フェノールレジン等が用いられてきたが、この種の接着剤による接着作用は、主として物理接着機構に依存しており、接着は次の様にして行われる。すなわち接着剤を溶媒に溶解して接着面に塗布後、溶媒を蒸発除去したのち加熱によって接着剤を軟化熔融状態に保ちつつウェーハをワーク保持盤に所定の圧力で押し付け、その後常温に冷却することによって接着剤が固化して接着が行われる。

【0019】

このように接着工程において、ウェーハ及びワーク保持盤を、例えば50～100℃に加熱することが必要で、この際の熱履歴によるウェーハ、ワーク保持盤の変形によって加工精度向上が阻害される。また、そのために特別の装置設備とエネルギーを必要とすること等、コストの面からも問題であった。

【0020】

一方、常温で接着作用を実現しうる既存の所謂常温接着剤は、研磨剤溶液に対する耐性、ウェーハのワーク保持盤からの剥離やウェーハ、ワーク保持盤からの接着剤の除去の困難さのため実用上使用が不可能であった。

【0021】

また接着部位の接着剤層中に気泡が残留することを防止するためにウェーハをその被接着面をワーク保持面に対し傾斜させた状態で、その一端から順次接着剤を介してワーク保持盤に押し付けて、ウェーハ被接着面とワーク保持面との間に

介在するエアをウェーハの被接着面の一端から他端へ向けて排除するようにして接着する方法や、前述した図 2 1 に示すようにワーク保持盤 2 0 に配置したウェーハ W の上面より凸面形状の弾性体（エアバッグ） 2 7 によってウェーハ中心部より順次ワーク保持盤 2 0 に押し付けるようにしてエアを外方に排除する方法、さらにはワーク保持盤 2 0 全体或いはウェーハ W 毎に、図 2 2 に示す如くワーク保持盤 2 0 の保持面で気密を保つように囲繞し、その内部を減圧状態にすることによってエアを残留させない手段等が実施されてきた。

【 0 0 2 2 】

図 2 2 において、1 は真空容器、2 はベローズ、3 はベローズ昇降用シリンダ、4 はベローズ内圧調整用配管、5 は真空容器内圧調整用配管、6 は真空吸着用配管、2 0 はワーク保持盤及び W はウェーハである。

【 0 0 2 3 】

図 2 1 に示したウェーハの被接着面の一部から順次ワーク保持盤に押し付ける方法では接着剤層の厚さが不均一（ $0.5\mu\text{m}$ 以上）となる欠点が、又図 2 2 に示したウェーハ或いはワーク保持盤全体を減圧状態として接着する方法では特別の装置、治具を必要とし、工程が繁雑化すること、又装置、治具からの発塵が問題となる。

【 0 0 2 4 】

【発明が解決しようとする課題】

前述のようにウェーハの研磨加工仕上げにおいては、研磨装置、中でも直接被加工物であるウェーハを保持するワーク保持盤、及びウェーハと接触する研磨布を貼着する研磨定盤の種々の原因による変形や装置運転時の変動のみならずワーク保持盤へのウェーハの接着方法においても、現在及び将来にわたってデバイス製造技術の高度化に対応した高精度の仕上げを達成するには障害となる種々の要因が存在する。

【 0 0 2 5 】

本発明者らは、高精度の研磨仕上げウェーハ、特に直径が 300mm 以上の大直径の高精度ウェーハを安定かつ効率よく生産するために、研磨装置の構造、構成、材質のみならずウェーハの接着装置や接着方法を含むウェーハ研磨に係る全

工程について高精度加工に障害となる要因を抜本的に検討し、かつ装置の試作、システムの構成、ならびに運転条件等について実験的に検討研究を行った結果、ウェーハ接着方法のみならず研磨装置の機能、性能を総合的に高め、さらにその運転方法を根本的に改善することによって高精度の研磨ウェーハを安定して製造することに成功した。

【0026】

中でも、高精度（高平坦度）のウェーハ研磨のためには研磨布を貼設し、研磨布の形状を保持するための基盤である研磨定盤或いはウェーハを保持する基体であるワーク保持盤が研磨動作時において変形することがその大きな障害となることを見出し、その変形量が研磨定盤の上面について、又ワーク保持盤のワーク保持面についてそれぞれそれらの面の法線方向での変形量が $100\mu\text{m}$ 、好ましくは $30\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $10\mu\text{m}$ 以下に保つように研磨することが効果的であることを見出した。

【0027】

本発明は、ワーク（ウェーハ等）の高効率、高精度鏡面加工を可能とした研磨装置、研磨方法、ワークを効率的に保持する新規なワーク保持盤及びワークを当該ワーク保持盤へ高精度に接着することのできるワークの接着方法を提供することを目的とする。

【0028】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の研磨装置の第1の態様は、研磨定盤とワーク保持盤とを有しワーク保持盤に保持されたワークを研磨剤溶液を流しつつ研磨する研磨装置であって、研磨動作時における研磨定盤の定盤表面の法線方向での変形量及び／又はワーク保持盤のワーク保持面の法線方向での変形量を $100\mu\text{m}$ 以下に抑制したことを特徴とする。これらの変形量を $30\mu\text{m}$ 以下に抑制すればさらに好適である。

【0029】

本発明の研磨装置の第2の態様は、研磨定盤とワーク保持盤とを有しワーク保持盤に保持されたワークを研磨剤溶液を流しつつ研磨する研磨装置であって、該

研磨定盤が鋳造によって一体として形成され、該研磨定盤の構造は背面に複数の凹部及び／又はリブを有しかつ定盤内部に温度調整用流体の流路を形成すると共に該流路を形成しない部分は内部リブ構造として作用するようにしたことを特徴とする。

【0030】

すなわち、本発明の研磨装置の一つの大きな特徴である一体かつ温度調整用流体の流路及び定盤背面に凹部及び／又はリブを有しかつ定盤内部にも内部リブ構造を有する構造では、

(1) 従来用いられてきた図16および図17に例示した上定盤12と下定盤13を締結具11で締め付ける構造や特開平10-296619号公報に示される二層構造の定盤に比べて強度が高く熱変形や冷却水圧力による変形を低く抑えることができる。

(2) したがって、その分全体の定盤の厚さを薄く軽量化を図ることが出来る。

(3) 締結具の緩み等の経年変化がない。

(4) 締結個所が不要のため、冷却用（温度調整用）流体の流路を広く配置することが出来、伝熱面積を大きくかつ流路による圧損を低減出来るので大量の流体を流すことが可能で、冷却効果が大幅に向上する。

(5) 定盤の薄肉化が可能であるので定盤表面から冷却水流路までの距離を短くすることが可能となりその分さらに冷却効果が高められる。

等の利点があり、定盤上面の基準面に対する変位も任意の点において $100\mu\text{m}$ 以下、さらに下記に述べる本発明の種々の構成を採用することによって $30\mu\text{m}$ 以下、理想的な状態では $10\mu\text{m}$ 以下に抑制することができる。

【0031】

上記研磨定盤の材料の熱膨張係数の値は、 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下であり、かつその耐食性がステンレス鋼とほぼ同等であるのが好ましい。

【0032】

上記研磨定盤の材料としては、インバー、即ち、鋳鋼であるステンレスインバー材、例えば、SLE-20A（新報国製鉄(株)製）を用いると熱膨張係数（ $\alpha = 2.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、 α は線膨張係数）はSUS410（ $\alpha = 1.03 \times 10^{-5}$

／℃) に比べおよそ1／4となるので、変形量 $30\mu\text{m}$ 以下が実現できる。さらに、このように鋳鋼の鋳込みによって研磨定盤を製作することによって一体構造が可能となりかつその後の定盤の精密加工仕上げが容易となる。

【0033】

本発明の研磨装置の第3の態様は、研磨定盤とワーク保持盤とを有しワーク保持盤に保持されたワークを研磨する研磨装置であって、温度調整用流体の流量及び／又は温度を制御することによって研磨動作時における研磨定盤の温度変化及び／又はワーク保持盤の温度変化を所定範囲内に制御することを特徴とする。

【0034】

上記した研磨動作時における研磨定盤及び／又はワーク保持盤の任意の位置における時間に対する温度変動は 3°C 以内とするのが好適であり、 2°C 以内とするのがさらに好適である。この目的を達成するために温度調整用流体流路を内部に形成する一体構造の研磨定盤は先述の様に温度調整用流体と定盤との接触面積を大きくすることが可能であって極めて有効である。

【0035】

また、研磨を行う際に、上記研磨剤溶液の温度及び／又は流量を制御して研磨動作時における研磨布の研磨面の任意の位置における温度の時間に対する変動を 10°C 以下、好ましくは 5°C 以下に制御するのが好適である。

【0036】

すなわち、従来の研磨装置によって所定の研磨速度($0.5\sim 1.0\mu\text{m}/\text{min}$)を達成するための通常の下では研磨作用に伴う発熱によって研磨布表面の温度が上昇し、特にウェーハ被研磨面と摺擦される部分においてはその温度変化の値は 10°C を超えるが、本発明の基本理念である研磨動作中の研磨定盤、或いはワーク保持盤或いはこれら両者の温度変化を 3°C 以内に抑制し、それらの変形量特に研磨定盤の上面、或いはワーク保持盤の保持面の法線方向の変形量を $100\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $30\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $10\mu\text{m}$ 以下とするには研磨加工の際の発熱部位である研磨布表面及びウェーハの温度変化を 10°C 以下、好ましくは 5°C 以下とすることが重要である。

【0037】

実際の研磨の実行においては先述の通り研磨定盤上面に研磨の目的と条件に最も適した研磨布を選択してこれを貼設し、この研磨布とウェーハ被研磨面の間に研磨剤溶液を供給しつつ、両者を所定の力で押し付けつつ相対的運動によって摺擦するが、一般に研磨布の熱伝導率はシリコンや研磨定盤、あるいはワーク保持盤の材料の熱伝導率の値に比べ1～3桁低い値を示す。通常、研磨布の厚さは1～2mmであって研磨定盤上面と温度調整用流体流路までの距離(10～50mm)やワーク保持盤のワーク保持面と温度調整用流体流路までの伝熱距離(10～30mm)に比較して研磨布を通しての研磨布表面から研磨定盤上面までの熱抵抗が最大となるので、研磨布表面温度の研磨動作時の温度変化を10℃好ましくは5℃以下のできるだけ低い値に抑制すれば、研磨定盤上面或いはワーク保持盤のワーク保持面の研磨動作時の温度変化を3℃好ましくは2℃以下に抑制することが可能である。

【0038】

この際、研磨定盤、或いはワーク保持盤の温度調整用流体による冷却を有効に働かせることが重要であり、研磨剤溶液の冷却効果を積極的に活用することも必要である。

【0039】

以上研磨装置及びその運転(研磨方法)において、研磨作用に直接に関与する部材である研磨定盤及びワーク保持盤と研磨剤溶液について本発明の基本理念を実現するための重要な要件について述べたが、これらを有効に実現するためには研磨装置の機構や制御に関する要因も極めて重要である。即ち、研磨定盤の駆動(回転)に伴う機械的変動や温度制御の精度が一定の水準をクリアしていることが必要であり、これらの具体的構成を以下に記載する。

【0040】

上記研磨定盤の回転ムラを1%以下に抑制するのが好ましい。

【0041】

上記研磨定盤の研磨面の回転時の面ブレを15 μ m以下に抑制するのが好ましい。

【0042】

上記研磨定盤の回転軸の回転ブレを $30\mu\text{m}$ 以下に抑制するのが好ましい。

【0043】

また、上記ワーク保持盤が背面に凹部を形成するか、又はリブ構造を有する構成とするのが好適である。このように、ワーク保持盤も研磨定盤と同様にその背面に凹部を形成するか又はリブ構造とすることによって強度を保ちつつ、軽量化を図るとともに、この凹部を温度調整用流体の流路として活用することができる。

【0044】

これまでに述べてきたように研磨装置においてワーク保持盤は単にワークを物理的に保持するだけでなく、本発明の目的を達成するための重要な要因をなすもので、とくに研磨動作時の変形を抑制することが重要である。そのために、機械的強度と熱伝導率の値、加工性、ウェーハの接着性やさらには経済性をも考慮し、セラミックス材料、中でもアルミナ或いはシリコンカーバイド(SiCと略記)を用いるのが好適である。

【0045】

また、ウェーハのワーク保持盤への保持方法には接着剤による以外にウェーハをワーク保持盤のワーク保持面に吸引保持する方法が用いられ、そのためにウェーハとワーク保持盤の接触領域内にワークを吸引保持するための複数の細孔が開孔している構造が有用である。

【0046】

本発明の研磨方法の第1の態様は、研磨定盤とワーク保持盤とを有しワーク保持盤に保持されたワークを研磨する研磨方法であって、研磨動作時における研磨定盤の定盤表面の法線方向での変形量及び／又はワーク保持盤のワーク保持面の法線方向での変形量を $100\mu\text{m}$ 以下に抑制したことを特徴とする。これらの変形量を $30\mu\text{m}$ 以下に抑制すればさらに好適である。

【0047】

本発明の研磨方法の第2の態様は、研磨定盤とワーク保持盤とを有しワーク保持盤に保持されたワークを研磨剤溶液を流しつつ研磨する研磨方法において、前記研磨定盤上に貼設された研磨布によって前記ワークの被研磨面を研磨する際、

研磨動作時における該研磨布の研磨面の任意の位置における温度の時間に対する変動を10℃以下とすることを特徴とする。好ましくは変動を5℃以下とするのが好適である。

【0048】

本発明の研磨方法の第3の態様は、研磨定盤とワーク保持盤とを有しワーク保持盤に保持されたワークを研磨剤溶液を流しつつ研磨する研磨方法において、研磨中における前記ワークの温度の時間に対する変動を10℃以下に抑制することを特徴とする。好ましくは変動を5℃以下に抑制することが好適である。

【0049】

上記研磨動作時における研磨布の研磨面の任意の位置における温度及び／又はウェーハの温度の時間に対する変動を研磨剤溶液の温度及び／又は流量を制御して10℃以下、好ましくは5℃以下に制御することが本発明の重要な実施態様である。

【0050】

本発明の研磨方法の第4の態様は、研磨定盤とワーク保持盤とを有しワーク保持盤に保持されたワークを研磨する研磨装置を用いる研磨方法であって、ワーク保持盤に複数のウェーハを次式(1)の関係を2mm以内の誤差で満足するように配置して保持することを特徴とする。

【0051】

【数2】

$$R = \{(r+x) + \sin(\pi/N)(r+2y)\} / \sin(\pi/N) \cdots (1)$$

(上式(1)中、R:プレート径(mm)、r:ウェーハ径(mm)、x:ウェーハ間距離(mm)、y:ウェーハとワーク保持盤外周端距離(mm)、N:ウェーハ枚数/ワーク保持盤、 π :円周率)

【0052】

一つのワーク保持盤に複数枚のウェーハを保持する場合には保持面上のそれらの配置の仕方が極めて重要である。すなわち、保持されるウェーハは微視的にみても可能な限り同じ条件で研磨されること、すなわち各ウェーハ間並びに1枚の

ウェーハの被研磨面内において、できる限り一様な研磨条件と研磨速度の実現を図ることが重要であり、そのためには、被研磨面の温度、研磨布への押圧力、研磨剤溶液の供給方法、研磨布との間の相対的運動距離等が重要な因子であり、これらを総合的に、かつ実験的に検討して上式の関係を得たものである。

【0053】

上記式(1)を200mm以上のウェーハに適用する場合、すなわち r が200mm以上の場合には、 $5 \leq N \leq 7$, $5 \leq x \leq 20$, $7 \leq y \leq 22$ とする必要がある。

【0054】

ウェーハの直径(r)が増大し、300mm以上のウェーハに対しては当然のこととしてワーク保持盤の直径(R)が大きくなる。それに伴って、機械的変形、温度変化による熱変形等を所定の値以下に抑制するためにはワーク保持盤の厚さ(d)を直径(R)に応じて大きくすることが必要となり、種々検討の結果、本発明の基本理念である研磨動作時のワーク保持盤の保持面の法線方向の変形量を100 μ m以下、好ましくは30 μ m以下にするためには、ワーク保持盤の厚さ d を $aR < d < bR$ ($a = 0.04 \sim 0.08$, $b = 0.10 \sim 0.12$)とするのが好ましい。

【0055】

本発明の研磨方法の第5の態様は、上記した本発明の研磨装置を用いてシリコンウェーハを研磨することを特徴とする。

【0056】

上記第3の態様の研磨方法においては、温度変化が $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内の環境において実施するのが好ましい。即ち、このような高精度研磨加工の実現には研磨装置の稼動する周囲の環境温度の変動は所定の温度の $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内であることが好ましい。

【0057】

ワーク(ウェーハ)のワーク保持盤への保持の仕方、並びにその保持の状態の精度、即ちワーク保持面の平坦度と共に保持面とウェーハの被接着面との間隔の一樣性が重要である。特に、接着剤を用いてウェーハをワーク保持盤へ接着保持

する場合には、ウェーハとワーク保持盤との間の接着剤層中の残留気泡、接着時におけるウェーハの撓み、接着剤層の厚さとその均一性が問題である。

【0058】

そこで、本発明のワークの接着方法は、接着領域内にワークを吸引保持するための複数の細孔が開孔しているワーク保持盤を用いワーク保持盤背面側から細孔を介してエアを排気しつつウェーハを接着剤にてワーク保持盤に接着することを特徴とする。このような構成により、前述した従来方法の欠点を除き、かつウェーハとワーク保持盤の間の接着剤層の厚さを薄く、かつその厚さの均一性を高めることが可能となる。

【0059】

この際、接着を容易に実行するためには接着温度を常温（ $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ ）で実施することが好ましく、接着を有効に実施しかつ接着後における接着剤層の厚さの均一性（高精度のウェーハ加工には厚さの偏差が $0.015\mu\text{m}$ 以内であることが望ましい）を高め、接着剤層中の残留エアを極力少なくするためには塗布時から接着前の段階における接着剤の粘度が $1\text{mPa}\cdot\text{s} \sim 10\text{mPa}\cdot\text{s}$ の間に調整することが好ましい。

【0060】

研磨発熱をウェーハを介してワーク保持盤の温度調整用流体によって有効に除去するためにはウェーハとワーク保持盤の間に介在する接着剤層による熱抵抗を極力低くすることが必要であり、又接着剤の弾性変形による接着剤層厚みの変動を抑制するためにも接着剤層の厚さはその平均値が $0.5\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $0.3\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、その厚さの偏差を $0.015\mu\text{m}$ 以下とすることが望ましい。

【0061】

本発明のワーク保持盤は、ワーク保持盤のワーク接着面の接着領域内にワークを真空吸着するための複数の吸着孔をワーク接着面からワーク保持盤背面まで貫通して設けたことを特徴とする。

【0062】

上記した本発明のワーク保持盤を用いることによって、上記した本発明のワ

クの接着方法を効果的に実施することが可能となる。

【0063】

上記ワーク保持盤の背面に凹部又はリブ構造を設けるのが好ましい。

【0064】

上記した本発明のワークの接着方法でシリコンウェーハをワーク保持盤に接着保持して研磨することによって高精度のウェーハ研磨加工仕上げが可能となる。この際、上記した本発明の研磨装置を用いると本発明の基本理念である研磨動作時の研磨定盤の定盤表面の法線方向での変形量及び／又はワーク保持盤のワーク保持面の法線方向での変形量を $100\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $30\mu\text{m}$ 以下に抑制して、高精度研磨加工を実現するのに極めて有効である。

【0065】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を添付図面中図1～図9に基づいて説明するが、本発明の技術思想から逸脱しない限り、図示例以外にも種々の変形が可能なことはいうまでもない。

【0066】

図1は本発明の研磨装置の1例を示す一部省略断面的説明図である。図2は本発明の研磨装置に用いられる研磨定盤の1例の断面的説明図である。図3は本発明の研磨装置に用いられるワーク保持盤の1例の断面的説明図である。図4は本発明のワークの接着方法の1例を示す説明図である。

【0067】

図1において、28は本発明に係る研磨装置で、研磨定盤29を有している。該研磨定盤29は、図2に示されるごとく、一体として鋳造によって製作され、該研磨定盤29の定盤背面には多数の凹部34が設けられている。該凹部34はシール部材30によって背面側をシールされて温度調整用流体、例えば冷却水 H_1 の流路を構成する。該冷却水 H_1 の流路は後述する定盤冷却水熱交換器 K_2 と接続され、冷却水 H_1 は該熱交換器 K_2 において熱交換可能とされており、研磨時に研磨定盤29に発生する熱の吸熱を行う。該研磨定盤29の研磨面には研磨布31が貼着されている。

【0068】

32は該研磨定盤29の背面中央部に設けられた回転軸、35は該研磨定盤29の表面中央部に設けられたセンターローラである。該回転軸32の中心部長手方向には長孔33が穿設され、該長孔33は温度調整用流体、例えば冷却水 H_2 の流路の一部を構成し、該冷却水 H_2 の流路は後述する定盤回転軸冷却水熱交換器 K_4 と接続され、研磨装置運転時における定盤回転軸32の回転に伴う機械的摩擦による発生熱の吸熱を行う。7はフレームで、前記研磨定盤29の背面を支持プレート43及びベアリング部材44を介して支持する。

【0069】

14は研磨剤供給用配管で、研磨剤供給装置（図示せず）によって所定の流量、温度に調節された研磨剤41をセンターローラ35（ガイドローラは不図示）に開口された研磨剤導入孔42に供給し、これを通して研磨布31上に研磨剤41が供給される。

【0070】

36はトップブロックで、その下面にはゴム等の弾性体37を介してワーク保持盤38が取り付けられている。該ワーク保持盤38の接着面にはワーク、例えばウェーハWが接着剤39によって接着されている。40は該トップブロック36に立設された回転シャフトである。

【0071】

47は前記回転シャフト40の中心部に設けられた長孔で、該長孔47は温度調節用流体、例えば冷却水 H_4 の流路の一部を構成し、該回転シャフト40に発生する熱の吸熱を行うものでワーク保持盤毎に設けられる。該冷却水 H_4 の流路は後述するワーク保持盤回転軸冷却水熱交換器 K_5 と接続され、ワーク保持盤回転時に回転シャフト40に発生する熱の吸熱を行う。

【0072】

図3に示されるごとく、前記ワーク保持盤38の背面には多数の凹部50が穿設されている。45は真空吸着用の吸着孔で、ウェーハ接着領域46の内側に位置する該凹部50の底部から該ワーク保持盤38の背面まで貫通して設けられている。該吸着孔45は、後述するごとく、ワーク保持盤38のウェーハ接着領域

46にウェーハWを接着剤39によって接着する際に、真空吸引することによって接着を行うために用いられるが、ウェーハWを研磨する際には該凹部50は温度調整用流体、例えば冷却水 H_3 の流路の一部を構成する。該冷却水 H_3 の流路は後述するワーク保持盤冷却水熱交換器 K_3 と接続され、冷却水 H_3 は熱交換器 K_3 において熱交換可能とされており、ワーク保持盤38に発生する熱の吸熱を行うもので、ワーク保持盤個々に設けられる。

【0073】

次に、ウェーハWを上記したワーク保持盤38に接着する方法について図4に基づいて説明する。図4において、48は接着ベースで、ワーク保持盤38のウェーハ接着領域46にウェーハWを接着剤39によって接着する際に用いられる。該接着ベース48の上面の該ウェーハ接着領域46に対応する部位には、平底状の凹部51が穿設されている。該凹部51の底部から該接着ベース48の下面まで貫通して貫通孔49が開穿されている。

【0074】

該貫通孔49は真空ポンプ等による排気系に接続して該貫通孔49、凹部51、ワーク保持盤38の凹部50及び吸着孔45を減圧状態としてウェーハWを該ワーク保持盤38のウェーハ接着領域46に吸引することができる。この時、該ウェーハWと該ウェーハ接着領域46の間には接着剤39が介在しているが、ウェーハWの接着面が真空吸引されることにより、ウェーハWは大気圧により均一に押圧されるので、接着剤39の膜厚の均一性は極めて良好であり、又、エアも下方に吸引されてしまうため接着剤層中に残留するエアもほとんどない状態で接着を行うことができる。

【0075】

ワークWをワーク保持盤38に接着する際に用いられる接着剤としては、20℃～30℃の間で接着能力を発揮することができ、接着時の粘度が $1\text{ mPa}\cdot\text{s}$ ～ $10\text{ mPa}\cdot\text{s}$ である接着剤が好適に用いられる。また、ワーク接着部分の接着剤の厚みの平均値が $0.1\text{ }\mu\text{m}$ ～ $0.5\text{ }\mu\text{m}$ の範囲で、その厚みの偏差が $0.015\text{ }\mu\text{m}$ 以内となるように均一接着するのが好適である。

【0076】

このようにワーク保持盤 38 に接着剤層中に残留エアークがほとんどなく、かつその厚さが極めて高い様さで接着されたウェーハ W を、図 1 に示すように、トップブロック 36 の保持面に取りつけて、研磨定盤 29 の研磨布 31 面に押圧することによってウェーハ W の研磨が行われる。

【0077】

研磨に際しては、研磨定盤 29 の発熱は冷却水 H_1 によって吸熱され、回転軸 32 の発熱は冷却水 H_2 によって吸熱され、ワーク保持盤 38 の発熱は冷却水 H_3 によって吸熱され、そして回転シャフト 40 の発熱は冷却水 H_4 によって吸熱される。

【0078】

このように本発明の研磨装置 28 を構成する各研磨部材および回転機構にそれぞれ冷却水 $H_1 \sim H_4$ を供給できるように構成してあるので、研磨動作時における研磨定盤 29 の上面の法線方向の変形量は $100 \mu m$ 以下、好ましくは $30 \mu m$ 以下、さらに理想的には $10 \mu m$ 以下に、ワーク保持盤 38 のワーク保持面の法線方向の変形量を $100 \mu m$ 以下、好ましくは $30 \mu m$ 以下、さらに理想的には $10 \mu m$ 以下にそれぞれ抑制することが可能となる。

【0079】

また、研磨定盤の材料の熱膨張係数の値は $5 \times 10^{-6} / ^\circ C$ 以下のものを用いるのが好ましく、このような材料としては Fe-Co-Ni-Cr 系の所謂ステンレスインバー材をあげることができる。

【0080】

上記した各冷却水 $H_1 \sim H_4$ の流量及び温度を抑制することによって研磨動作時における研磨定盤 29 の温度変化及び／又はワーク保持盤 38 のワーク保持面の温度変化を所定範囲、例えば、好ましくは、それぞれ $3^\circ C$ 以内、さらに好ましくは $2^\circ C$ 以内に制御することができる。

【0081】

図 1 及び図 2 に示した研磨定盤 29 は本発明の概念を説明するために模式化して図示したものであるが、さらに具体的な研磨定盤 29 の好ましい構造を図 5 ～ 図 7 に基づいて説明する。図 5 は研磨定盤の他の例について内部の温度調整用流

体の流路の平面構造を示すための一部切欠き上面図である。図6は図5の研磨定盤の上部流路部分及び下部流路部分、すなわちそれぞれO-A線及びO-B線方向の縦断面図である。図7は図5の研磨定盤の背面図である。

【0082】

図5～図7に示した研磨定盤29の表面29aは平面であり、使用時には図1に示したように研磨布31が貼設される。該研磨定盤29の背面29bには、図6及び図7に示されるごとく、多数の環状又は放射状のリブ8が設けられている。このように多数リブ8を背面に形成しておくことによって強度を維持し、軽量化が可能となる。

【0083】

該研磨定盤29の内部には温度調整用流体、例えば冷却水等の流路9a、9bが設けられ、このうち上部の流路9aは蛇行させる構造とすることによって熱交換が効率的に行われるように工夫されている。

【0084】

該上部流路9aは下部流路9bと研磨定盤の周辺部において連通していて、温度調整用流体を該流路9に流す場合には、上部流路9aの中心部から周辺部を経由して下部流路9bの周辺部から中心部へ、またその反対に、下部流路9bの中心部から周辺部を経由して上部流路9aの周辺部から中心部へ流すことができる。

【0085】

続いて、本発明の研磨装置及び研磨方法における特徴の一つである総合熱量制御の事例を図8及び図9に基づいて説明する。図8は本発明における総合熱量制御システムを示すブロック図である。図9は本発明における総合熱量制御のフローチャートである。

【0086】

図8及び図9において、Qは総合熱量制御CPUで、スラリー熱量制御CPU (Q_1)、定盤熱量制御CPU (Q_2)、ワーク保持盤熱量制御CPU (Q_3)、定盤の上部及び下部に埋設された温度センサ S_2 及び S_3 からの温度信号を電気信号に変換する変換器 T_1 、ワーク保持盤の上部及び下部に埋設された温度センサ

S_4 及び S_5 からの温度信号を電気信号に変換する変換器 T_2 及び研磨布表面温度を表示する熱画像装置 U と接続しており、各機器からの信号に応じて種々の命令をスラリー熱量制御CPU (Q_1)、定盤熱量制御CPU (Q_2)及びワーク保持盤熱量制御CPU (Q_3)に対して発する作用を行う。なお、変換機 T_1 及び T_2 は、温度センサ S_2 、 S_3 及び S_4 、 S_5 からの電流、赤外線、超音波等の温度情報に関する信号を電気信号に変換する作用を有する構成を採用するのが好適である。

【0087】

該スラリー熱量制御CPU (Q_1)は、スラリー流量センサ I_1 、スラリー出口温度センサ S_6 、スラリー入口温度センサ S_1 、スラリー流量調節器 V_1 、及びスラリー熱交換器 K_1 と接続しており、スラリー流量センサ I_1 、スラリー出口温度センサ S_6 及びスラリー入口温度センサ S_1 からの情報に基づいてスラリー流量調節器 V_1 及びスラリー熱交換器 K_1 にそれぞれ必要な命令を出す。

【0088】

該定盤熱量制御CPU (Q_2)は、定盤冷却水流量センサ I_2 、定盤出口温度センサ S_8 、定盤入口温度センサ S_7 、定盤冷却水流量調節器 V_2 及び定盤冷却水熱交換器 K_2 と接続しており、定盤冷却水流量センサ I_2 、定盤出口温度センサ S_8 、及び定盤入口温度センサ S_7 からの情報に基づいて定盤冷却水流量調節器 V_2 及び定盤冷却水熱交換器 K_2 にそれぞれ必要な命令を発する。

【0089】

該ワーク保持盤熱量制御CPU (Q_3)はワーク保持盤個々に対応して設けられ、ワーク保持盤冷却水流量センサ I_3 、ワーク保持盤出口温度センサ S_{10} 、ワーク保持盤入口温度センサ S_9 、ワーク保持盤冷却水熱交換器 K_3 及びワーク保持盤冷却水流量調節器 V_3 と接続しており、ワーク保持盤冷却水流量センサ I_3 、ワーク保持盤出口温度センサ S_{10} 及びワーク保持盤入口温度センサ S_9 からの情報に基づいてワーク保持盤冷却水熱交換器 K_3 及びワーク保持盤冷却水流量調節器 V_3 にそれぞれ必要な命令を出す。

【0090】

又、同時に総合熱量制御CPU (Q)には、定盤回転軸熱量制御CPU (Q_4)

）および個々のワーク保持盤回転軸熱量制御CPU (Q_5) が接続されており、研磨作用に起因する発熱以外の研磨装置の運転に伴う機械的作用に起因する発生熱量を除去し、研磨装置の温度変化を抑制して所定の温度に制御する様に構成されている。

【0091】

この様に研磨動作時に発生する諸々の熱量に起因する研磨装置の各構成要素の温度変動を各要素毎に個々に抑制する事が好ましいが、状況によっては定盤回転軸熱量制御系を定盤熱量制御系と一体として制御すること、あるいは個々のワーク保持盤毎にワーク保持盤回転軸熱量制御系とワーク保持盤熱量制御系を一体として制御することも可能である。

【0092】

さらに定盤回転軸熱量制御系、あるいはワーク保持盤回転軸熱量制御系の温度調整用流体を図示の如く、例えば水の様な液体ではなくて、気体による外部冷却方式によって実行することも可能である。

【0093】

この際重要な事は、直接研磨作用に起因する発熱以外の装置の機械的動作に起因する発熱によって、定盤やワーク保持盤の温度が影響を受けることを出来るだけ少なくすることである。したがって、又、定盤回転軸熱量制御CPUやワーク保持盤回転軸熱量制御CPUを総合熱量制御CPUに接続せずにそれぞれのCPUでもって独立に各系統の熱量制御（温度制御）を実施すること等、本発明の基本理念の実現を阻害しえない限り各構成要素の温度制御については種々の変形が可能である。

【0094】

【実施例】

本発明の内容を実施例によってさらに詳細に説明するが、本発明の内容はこれに限定されるものではなく、その基本理念を満たす限りにおいて例示した以外の態様にも当然のこととして適用されるものである。

【0095】

（実施例1）

図1に示した研磨装置と同様の基本的構成で、研磨定盤と四軸のワーク保持盤回転機構を有するパッチ式研磨装置を以下のように構成した。

1. 研磨定盤：インバー材（新報国製鉄（株）SLE-20A（Fe-Co-Ni-Cr系）を用い、鋳造加工によって一体構造とし、図5及び図6に示した冷却水流路を構成した。さらに図5に定盤上面部分を一部切除し温度調整用流体の流路9の一部を示したように、該流路9は蛇行するように形成し、流路9内での流体が乱流となりやすく、かつ平均流速を大きくして、伝熱係数をできるだけ高めると共に流路9を構成しない部分は内部リブ構造8aとして作用させて定盤強度を維持するように設計されている。

2. ワーク保持盤：アルミナセラミックス（京セラ（株）製）を用い、図3に示したようにウェーハ接着部位に相当する背面に冷却水流路を形成し、かつこの領域にワーク保持面からワーク保持盤背面に貫通する排気用細孔（径 0.3 ± 0.1 mm ϕ ）を総計85個（ウェーハ1枚当り17個）設けた。

3. 研磨布：ロデール社製Suba600を研磨定盤上面に貼設した。

【0096】

4. その他の研磨装置の性能：

- a) 定盤回転ムラ： $\pm 0.5\%$
- b) 定盤上面回転ブレ： $15\mu\text{m}$
- c) 定盤回転軸ブレ： $30\mu\text{m}$

5. 温度調節系の構成

図8及び図9に示した総合熱量制御システムと同様に、研磨定盤の温度調節用流体流路系、ワーク保持盤の温度調節用流体流路系、研磨剤溶液循環系、研磨定盤回転軸温度調節用流体流路系およびワーク保持盤毎にワーク保持盤回転軸温度調節用流体流路系の各系統について流体流量とその温度を調節するように構成した。

6. 研磨操作の概要

200 mm ϕ のシリコンウェーハ（厚さ $750\mu\text{m}$ ）各5枚を直径565 mmの4つのワーク保持盤に次式を満たす様に、その中心から半径175 mmの円周上にウェーハの中心が等分に分布するように25℃における粘度5 mPa \cdot sに調整した接

着剤を用いて室温（25℃）で接着した。

【0097】

【数3】

$$R = \{(r+x) + \sin(\pi/N)(r+2y)\} / \sin(\pi/N) \dots (1)$$

（上式（1）中、R：プレート径（mm）、r：ウェーハ径（mm）、x：ウェーハ間距離（mm）、y：ウェーハとワーク保持盤外周端距離（mm）、N：ウェーハ枚数／ワーク保持盤、 π ：円周率）

【0098】

この時、ワーク保持盤背面から各ウェーハの接着部位毎に別途準備した真空排気装置とワーク保持盤背面吸引用治具を用いて排気しつつ接着し、接着が完了するまで（0.5分間）200mmTorr以下に排気を継続した。このように排気しつつ、接着することにより接着部位における接着剤層の厚さはその平均値で各ウェーハ毎に0.20～0.22 μ mの間、各ウェーハ内での厚みの偏差は0.012 μ m以内であった。

【0099】

このようにしてワーク保持盤に接着したウェーハ合計20枚を以下の条件で研磨した。

【0100】

（1）研磨定盤

回転数：30rpm \pm 0.5%

冷却水：50 l/min以下で可変

入口温度：室温-1℃（ \pm 0.5℃以内）

出口温度：室温+1℃以下

【0101】

（2）ワーク保持盤（自由回転）

付加荷重：ウェーハ面cm²当り250g

冷却水：（1基当り）20 l/min以下で可変

入口温度：室温-1℃（ \pm 0.5℃以内）

出口温度：室温+1℃以下

【0102】

(3) 研磨剤溶液

SiO₂含有量：20g/l, pH10.5~10.8, 比重1.02~1.03

供給量：30 l/min

(4) 研磨時間：10 min

(5) 研磨量：10 μm

(6) 室温：25±1℃

【0103】

この間各冷却水系統の温度制御を図8及び図9に示した総合熱量制御システムによって実施した。特に、研磨布の露出した表面の温度を研磨定盤の半径上でワーク保持盤の直径に相当する範囲にわたって熱画像センサーを用いて測定し、その平均値が周辺温度（室温）の3℃以内になるように研磨剤溶液の供給温度（スラリー入口温度）を制御した。その経過を図10に示した。

【0104】

このように研磨動作時の研磨布表面の温度は室温（25℃）の3℃以内に制御された。この場合のワーク保持盤背面から研磨定盤下面にわたる温度分布を解析すると図11のようになり、ワーク保持盤の温度、研磨定盤の温度は研磨動作前の温度（環境温度=室温）25℃に対し、その温度変化は3℃以内に抑制されている。又、図23（b）に示す様に、この時の定盤上面は研磨前に対しその法線方向の変位量はいずれの位置でも10 μm以下に抑制されていることがわかる。

【0105】

以上の条件で研磨したウェーハを研磨終了後、各ウェーハをワーク保持盤よりはがしたのち、純水→アルカリ→NH₄OH/H₂O₂→純水によって洗浄後、仕上げ加工精度を測定した。その結果を表1に比較例1の結果と対比して示した。

【0106】

【表1】

評価項目	評価内容	実施例1	比較例1
GBIR	\bar{X}	1.0 μm	1.5 μm
	σ	0.3 μm	0.47 μm
	Max	2.0 μm	3.0 μm
SFQRmax	\bar{X}	0.10 μm	0.15 μm
	σ	0.03 μm	0.03 μm
	Max	0.2 μm	0.25 μm
SBIRmax	\bar{X}	0.16 μm	0.31 μm
	σ	0.03 μm	0.06 μm
	Max	0.25 μm	0.5 μm

【0107】

表1における略号は次の通りである。

GBIR: Global Back-side Ideal Range (=TTV) (ウェーハの裏面を基準面とした全域での厚さの最大値と最小値との差)

SBIR: Site Back-side Ideal Range (=LTV) [ウェーハの裏面を基準面とした一定領域(サイト)での最大値と最小値との差]

SFQR: Site Front least squares <site> Range (サイト毎のウェーハ表面の高低差)

【0108】

表1における測定条件は次の通りである。

測定機: ADE9600E+ (ADEコーポレーション社製)

ウェーハ: 8インチウェーハ

枚数: 20枚 (1バッチ)

測定領域: 周縁より2mmを除外

SFQRmax、SBIRmax共に測定面積は25mm×25mmに分割。

【0109】

(比較例1)

比較例1として従来技術による研磨とその結果について実施例1と対比して一例を示す。

【0110】

研磨装置の基本構成は以下の通り。

1. 研磨定盤：図16及び図17に示すように上定盤12（SUS410製平板）と、上面に冷却水流路となる凹部21を加工した鋳鉄製（FC-30）下定盤23を重ね合わせ、締結具11にて締め付けて研磨定盤10を構成した。

【0111】

2. ワーク保持盤：図18に示すようにアルミナセラミックス製のワーク保持盤13をゴム弾性体13aを介して回転シャフト18を備えた上部の荷重15によって下方に押し付ける様に構成した。

3. 研磨布：ロデール社製SuBa600を研磨定盤10の上面に貼設した。

【0112】

4. その他の研磨装置の性能

a) 定盤回転ムラ：±2%

b) 定盤上面回転ブレ：30μm

c) 定盤回転軸ブレ：140μm

【0113】

5. 総合熱量制御システムについては図14及び図15の様に構成した。図14及び図15は、ワーク保持盤の温度調整流体供給系、研磨定盤回転軸温度調整用流体系、ワーク保持盤回転軸温度調整用流体系が存在しない点を除いては、図8及び図9と同様の構成であるので再度の説明は省略する。

【0114】

6. 研磨操作の概要

実施例1と同様に合計20枚のウェーハ（200mmφ、厚さ750μm）各5枚を直径565mmの4つのワーク保持盤に、その中心から半径の2/3（175mm）の円周上に、ウェーハの中心がほぼ合致するように等分に接着保持した。

【0115】

接着は予めウェーハ被接着面（裏面）に日化精工製ミツロウ系接着剤スカイリキッドHM-4011をイソプロピルアルコールに溶解してスピナで塗布したのち、ウェーハを50℃に加温して約0.5分保持して溶媒を揮散除去する。その後ウェーハを約90℃に加温してワックスを溶融（90℃における粘度1000

c p s) したのち、同じく90℃に加温したワーク保持盤のワーク保持面の所定の位置に配置し、ウェーハの被研磨面(表面)を図21に示すゴム弾性体を凸面形状に構成した接着用治具を押し付けて接着部位の接着剤層中よりエアを外部に押し出すようにしたのち、接着治具を解除し、ウェーハを自己放冷によって室温まで冷却した。

【0116】

この方法で接着した場合にはワーク保持盤とウェーハを90℃に加熱した状態で接着するため、ウェーハとワーク保持盤、及びワックスの熱膨張係数の差による変形、ゴム弾性体による押し付け時の力の付加の不均一等の原因で接着剤層の厚さはウェーハ毎の平均値が0.3~0.8 μm 、1枚のウェーハについてはその偏差が0.1 μm 程度であった。

【0117】

7. 研磨条件

(1) 研磨定盤

回転数: 30 r p m \pm 2 %

冷却水: 15 l/min

入口温度: 12℃ \pm 1℃

出口温度: 成行

【0118】

(2) ワーク保持盤(自由回転)

付加荷重: ウェーハ面 cm^2 当り 250 g

(3) 研磨剤溶液

AJ-1325、pH 10.5~10.8、 SiO_2 : 20 g/l、比重: 1.02~1.03〔日産化学工業(株)製コロイダルシリカ研磨剤の商品名〕

供給量: 10 l/min

供給側出口温度: 23℃ \pm 1℃

【0119】

(4) 研磨時間: 10 min

(5) 研磨量: 10 μm

【0120】

冷却水系統の温度制御は図14および図15に示した総合熱量制御システムによって制御し、研磨動作時の経過は図12に示した。又、研磨布表面の温度を実施例と同様に熱画像センサで測定したが、この場合は研磨布表面温度は成行で特に制御は行っていない。この時の研磨布表面温度の推移を図13中に併せて示したが、その温度変化は研磨開始前のおよそ20℃から研磨終了時にはおよそ32℃まで上昇した。この場合のワーク保持盤から研磨定盤にわたる温度分布は図13に示したように解析され、研磨定盤及びワーク保持盤の研磨前の温度分布に対し10℃以上の温度変化を生じ、これによる研磨定盤の法線方向の熱変形量は図23(c)に示す様に場所によっては100 μ m以上に達する。

【0121】

得られたウェーハの研磨仕上げ精度は表1に示したように実施例に比較して低い結果となった。

【0122】

【発明の効果】

以上述べたごとく、本発明の研磨装置及び研磨方法によれば、ワーク、例えば8インチ～12インチ以上の直径を有するウェーハの高精度鏡面加工を高い効率で実施することが可能となる。また、本発明のワークの接着方法によれば、ワーク、例えばウェーハをワーク保持盤に撓みを生ずることなく均一に接着することができ、ウェーハの高精度鏡面加工実現の一助となるという効果を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の研磨装置の1例を示す一部省略断面的説明図である。

【図2】 本発明の研磨装置に用いられる研磨定盤の1例を示す断面的説明図である。

【図3】 本発明の研磨装置に用いられるワーク保持盤の1例を示す断面的説明図である。

【図4】 本発明のワークの接着方法の1例を示す説明図である。

【図5】 本発明の研磨定盤の他の例の温度調整用流体流路の平面形状を示す

一部切欠き上面図である。

【図6】 図5の研磨定盤の上部流路部分及び下部流路部分をそれぞれ縦方向に断面して示した縦断面図である。

【図7】 図5の研磨定盤の背面図である。

【図8】 本発明における総合熱量制御システムにおける各機器の配置を示すブロック図である。

【図9】 本発明における総合熱量制御システムの制御動作を示すフローチャートである。

【図10】 実施例1における研磨時間と研磨布表面温度、研磨剤溶液供給温度及び研磨剤溶液戻り温度との関係を示すグラフである。

【図11】 実施例1におけるワーク保持盤背面から研磨定盤下面にわたる温度分布の解析図である。

【図12】 比較例1における研磨時間と研磨布表面温度、研磨剤溶液供給温度、研磨剤溶液戻り温度、研磨定盤冷却水供給温度及び研磨定盤冷却水戻り温度との関係を示すグラフである。

【図13】 比較例1におけるワーク保持盤背面から研磨定盤下面にわたる温度分布の解析図である。

【図14】 比較例1で用いた総合熱量制御システムにおける各機器の配置を示すブロック図である。

【図15】 比較例1で用いた総合熱量制御システムの制御動作を示すフローチャートである。

【図16】 比較例1で用いた研磨定盤の上面図である。

【図17】 図16の縦断面図である。

【図18】 比較例1で用いたワーク保持盤の縦断面図である。

【図19】 従来のウェーハ研磨装置の1例を示す側面説明図である。

【図20】 従来の研磨定盤の1例を示す断面説明図である。

【図21】 ワーク保持盤へのウェーハの接着方法の従来の1例を示す概略説明図で、(a)は加圧前、(b)は加圧接着状態を示す図面である。

【図22】 ワーク保持盤へのウェーハの接着方法の従来の他の例を示す概略

説明図である。

【図23】 実施例1及び比較例1における研磨定盤の研磨前及び研磨中の法線方向の変位量を示すグラフで、(a)は測定位置を示し、(b)は実施例1における変位量及び(c)は比較例1における変位量をそれぞれ示す。

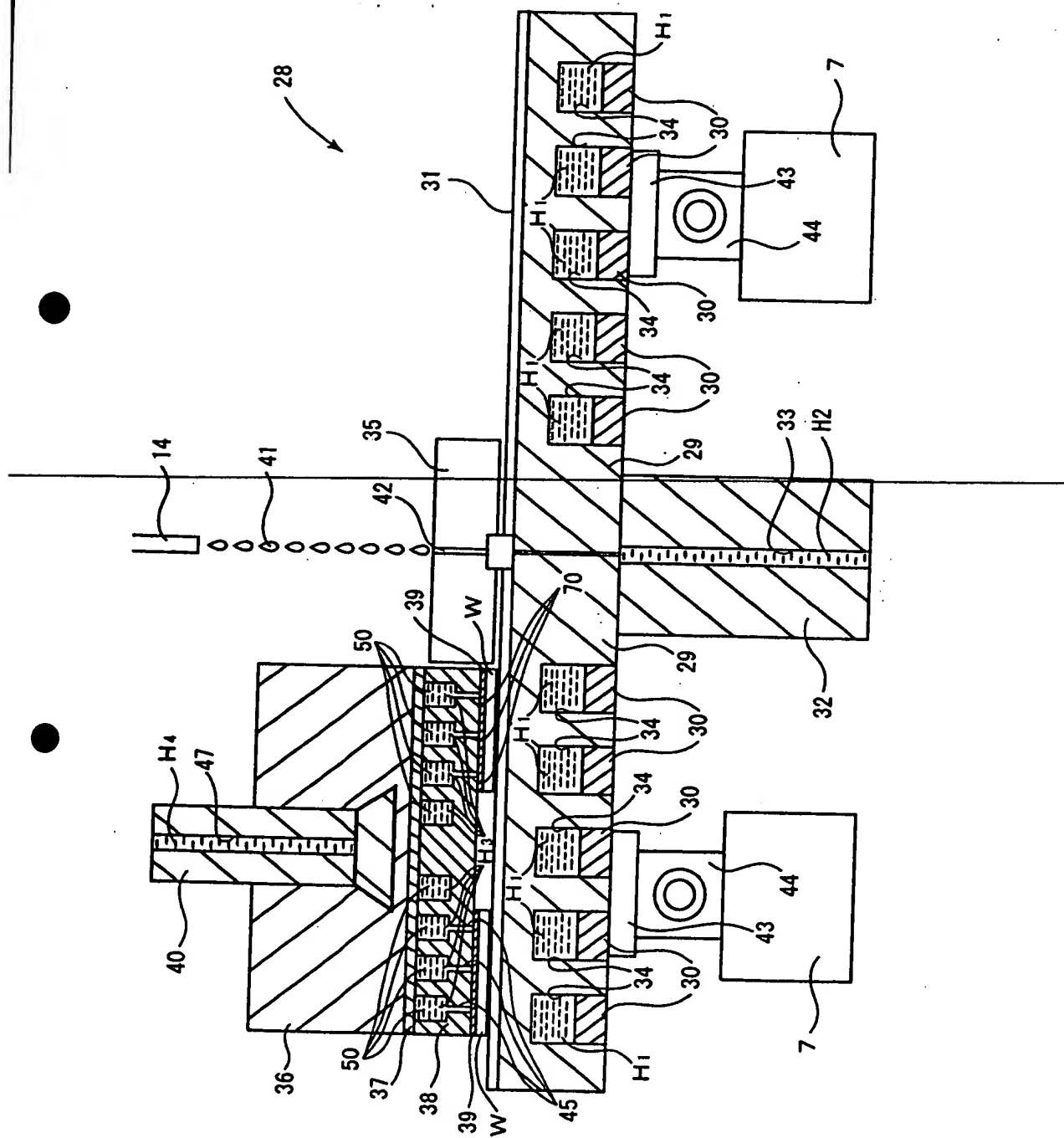
【符号の説明】

1：真空容器、2：ペローズ、3：ペローズ昇降用シリンダ、4：ペローズ内圧調整用配管、5：真空容器内圧調整用配管、6：真空吸着用配管、7：フレーム、8：リブ、8a：内部リブ構造、9、9a、9b：温度調整用流体流路、10：従来の研磨定盤、11：締結具、12：上定盤、13、20：従来のワーク保持盤、13a：ゴム弾性率体、14：研磨剤供給用配管、15：上部荷重、16、31：研磨布、17：回転軸、18：回転シャフト、19：研磨剤溶液、20a：接着面、21、34、50、51、52：凹部、22：接着剤、23：下定盤、24：ウェーハ加圧用部材、25：加圧ヘッド、26：加圧シリンダー、27：エアバッグ、28：本発明の研磨装置、29：本発明の研磨定盤、29a：研磨定盤表面、29b：研磨定盤背面、30：シール部材、32：回転軸、33：長孔、35：センターローラ、36：トップブロック、37：弾性体、38：本発明のワーク保持盤、39：接着剤、40：回転シャフト、41：研磨剤、42：研磨剤導入孔、43：支持プレート、44：ベアリング部材、45：吸着孔、46：ウェーハ接着領域、47：長孔、48：接着ベース、49：貫通孔、H、H₁、H₂、H₃、H₄：冷却水、W：ワーク（ウェーハ）。

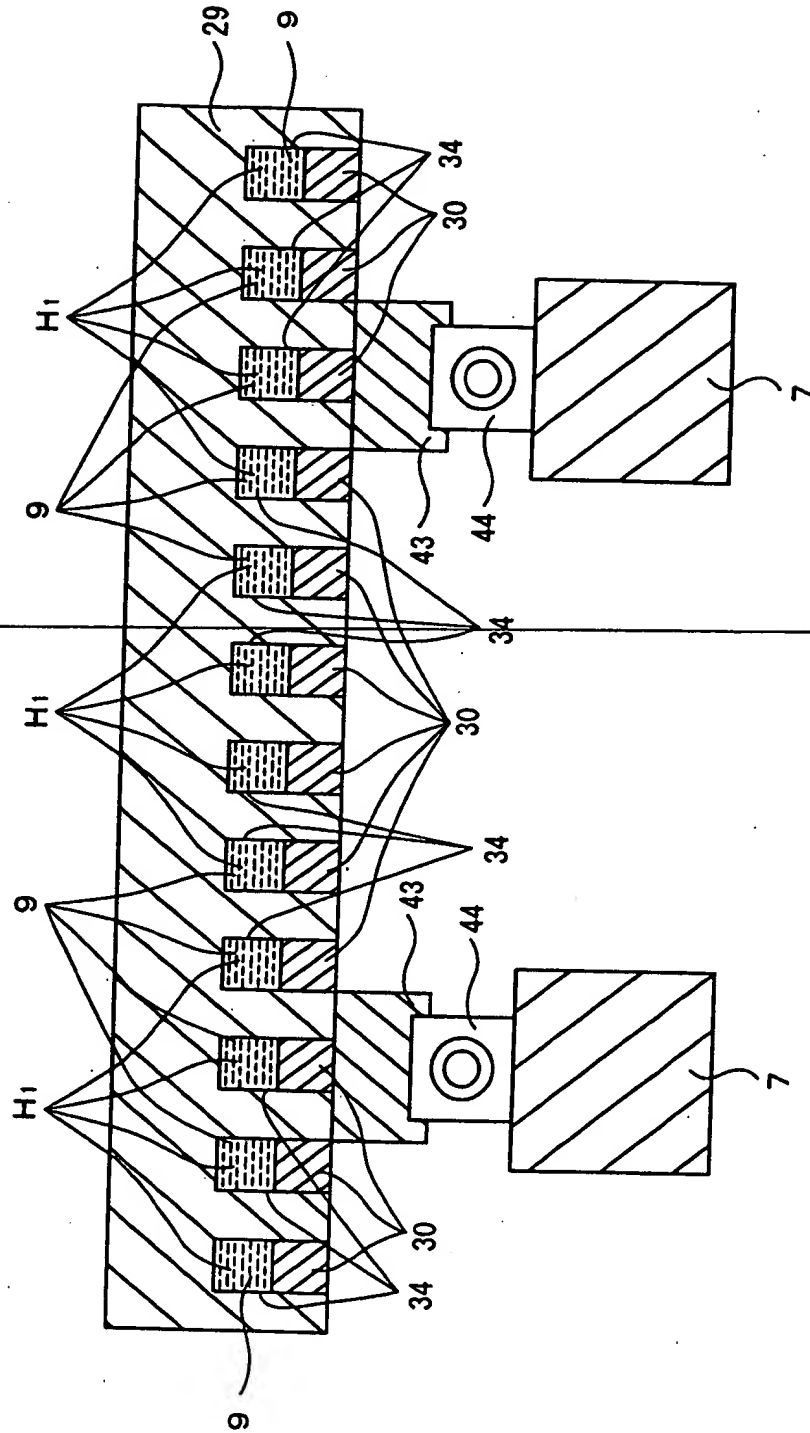
【書類名】

図面

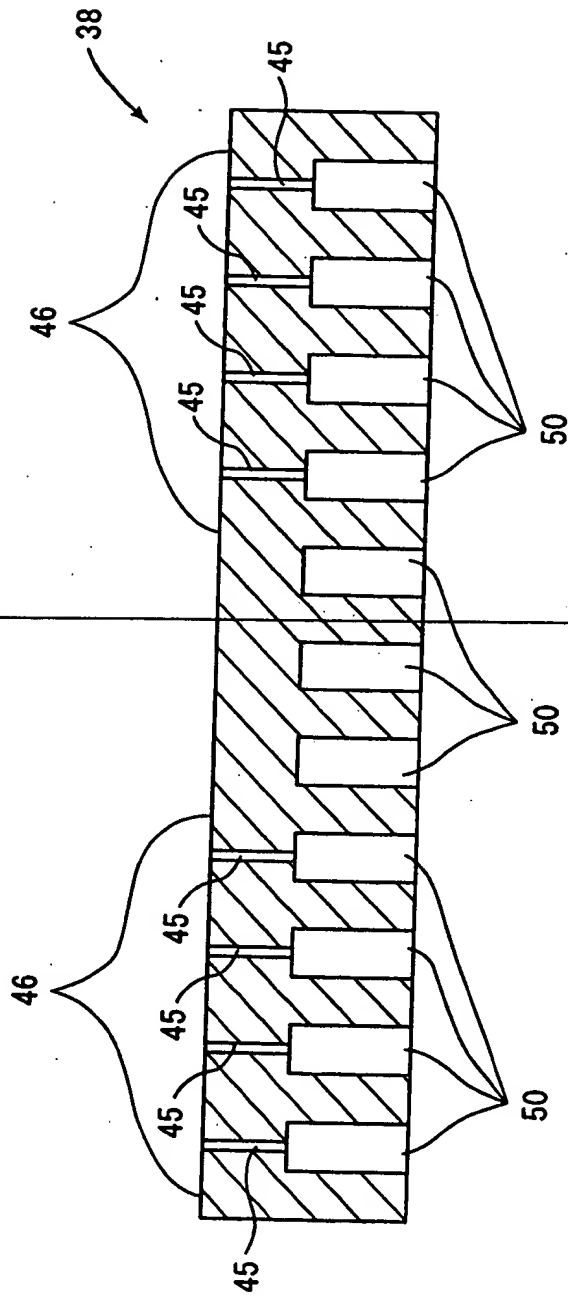
【図 1】



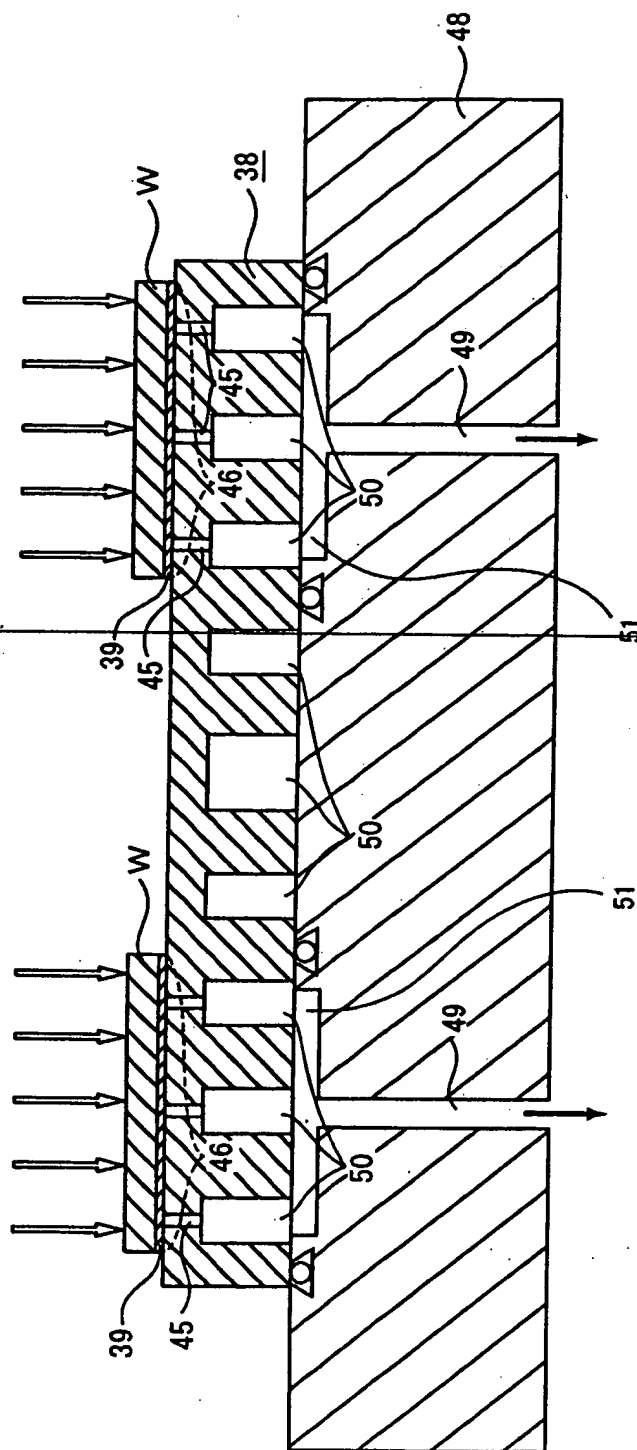
【図2】



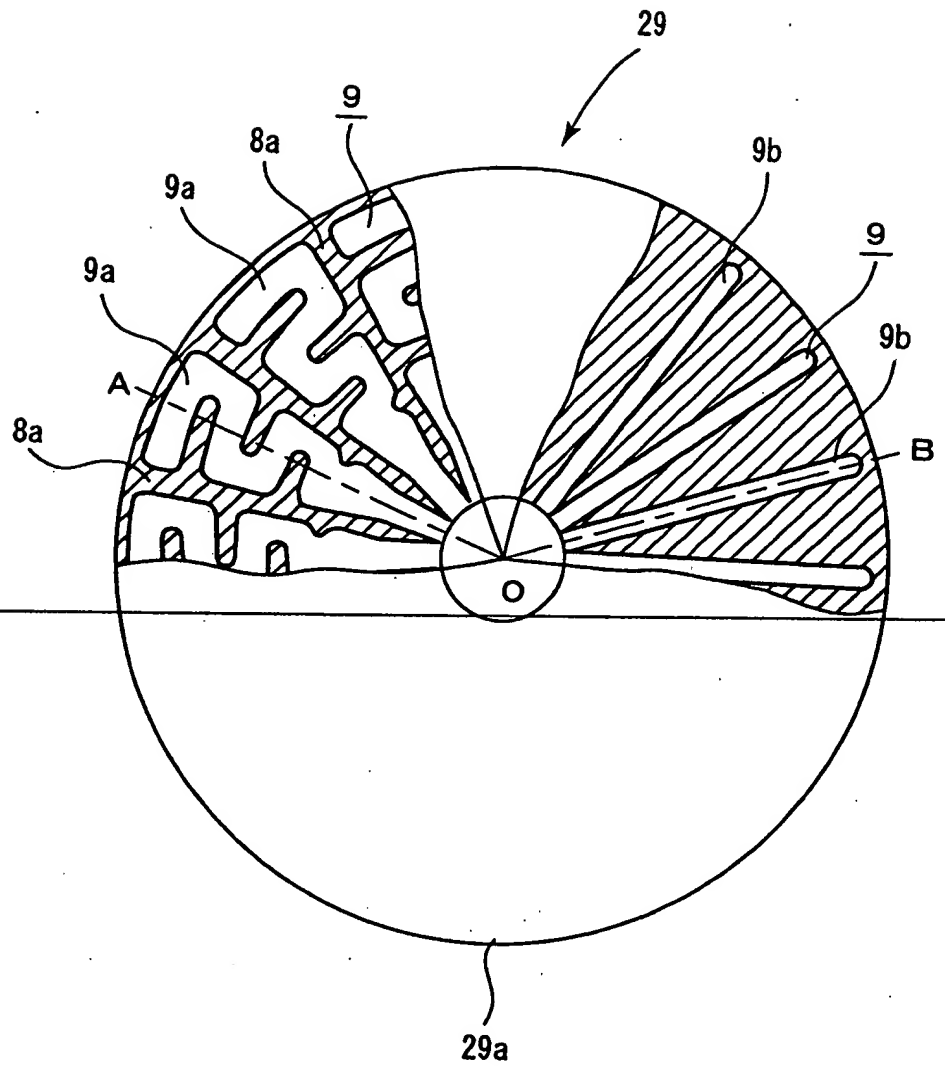
【图3】



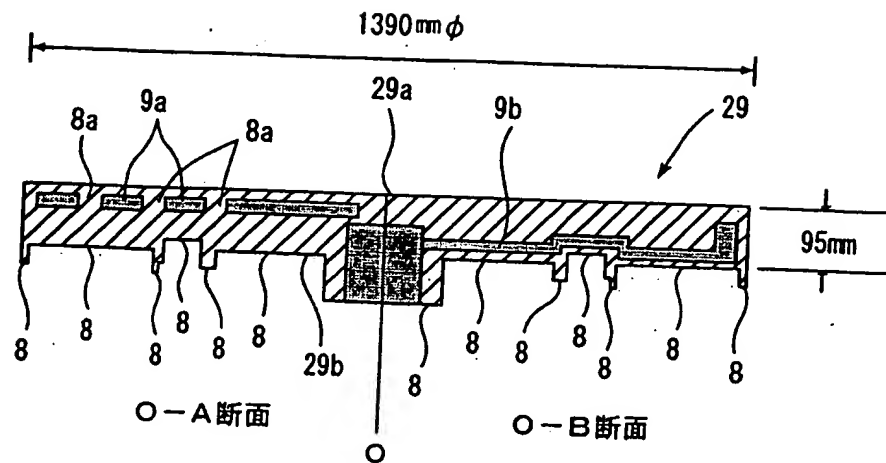
【図4】



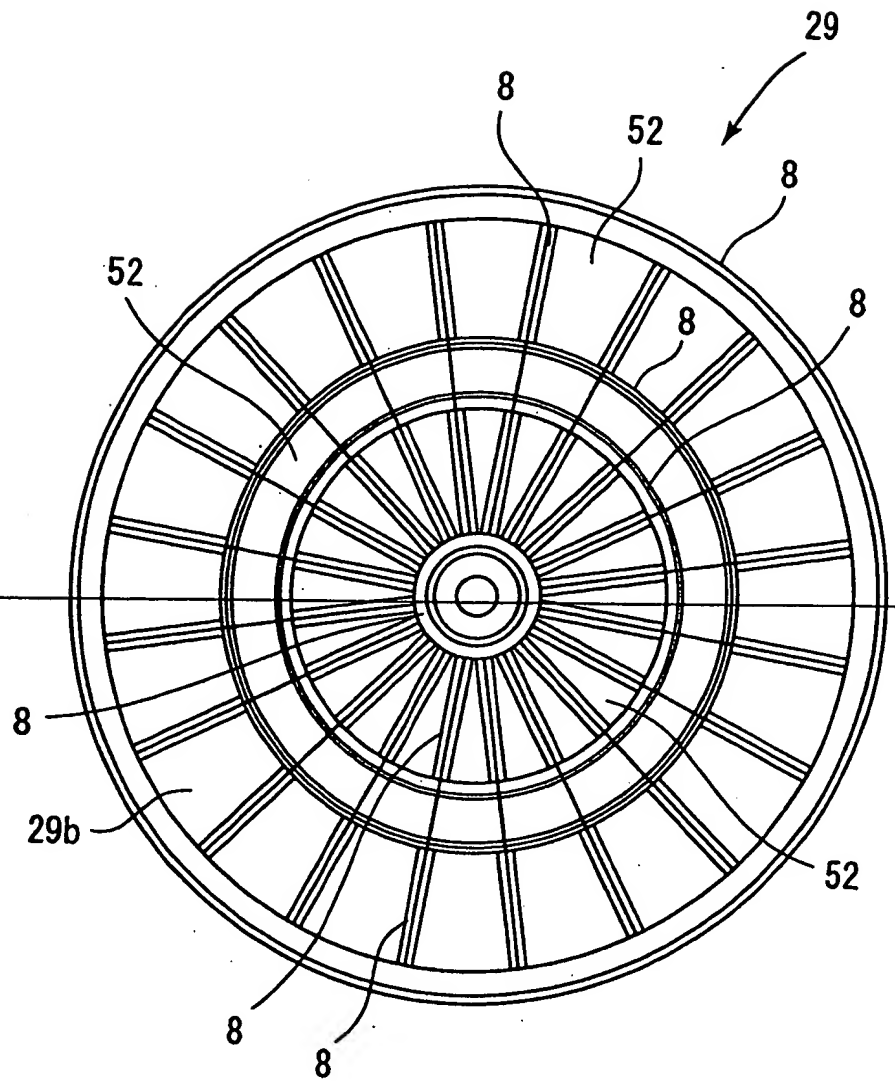
【図5】



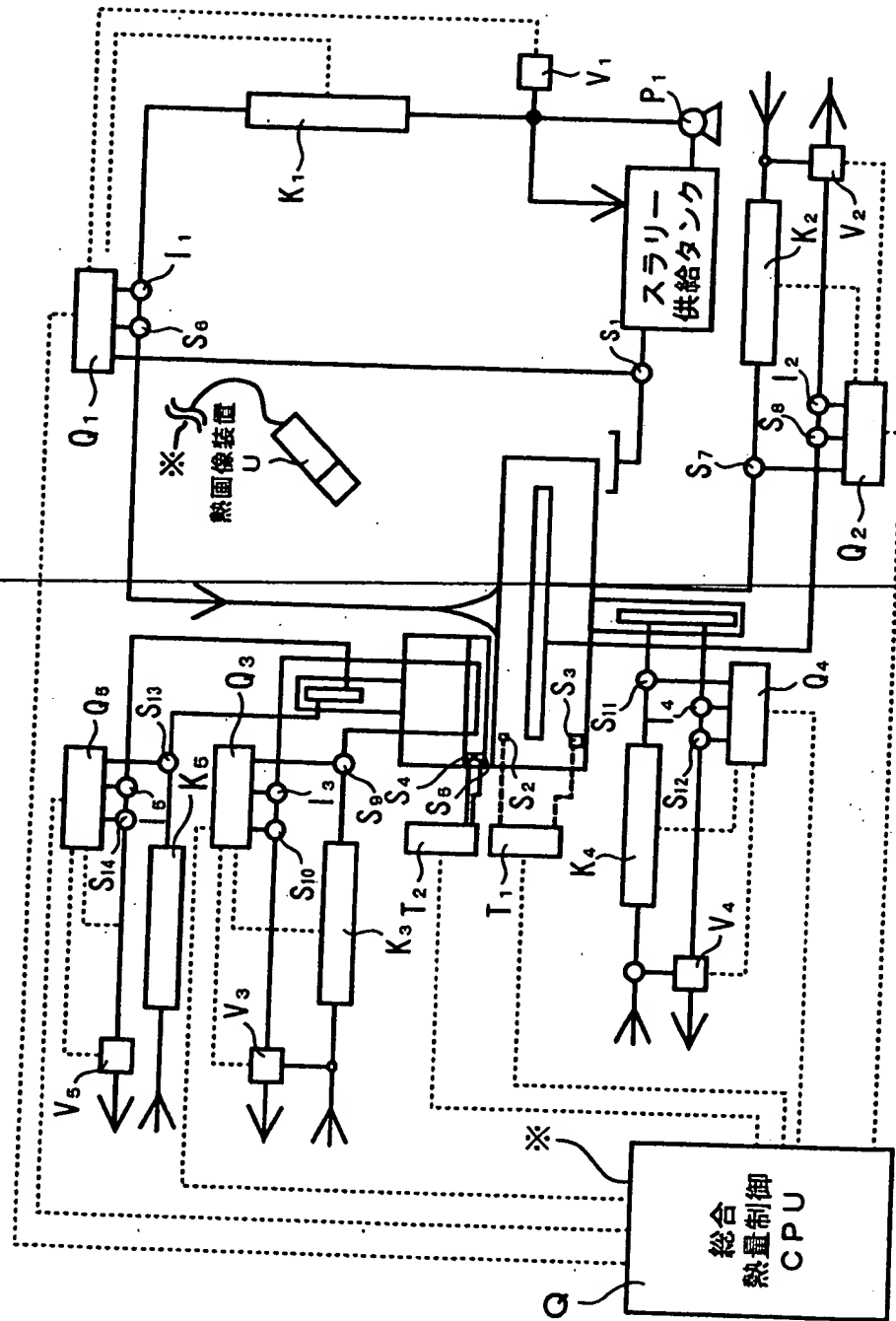
【図6】



【图7】

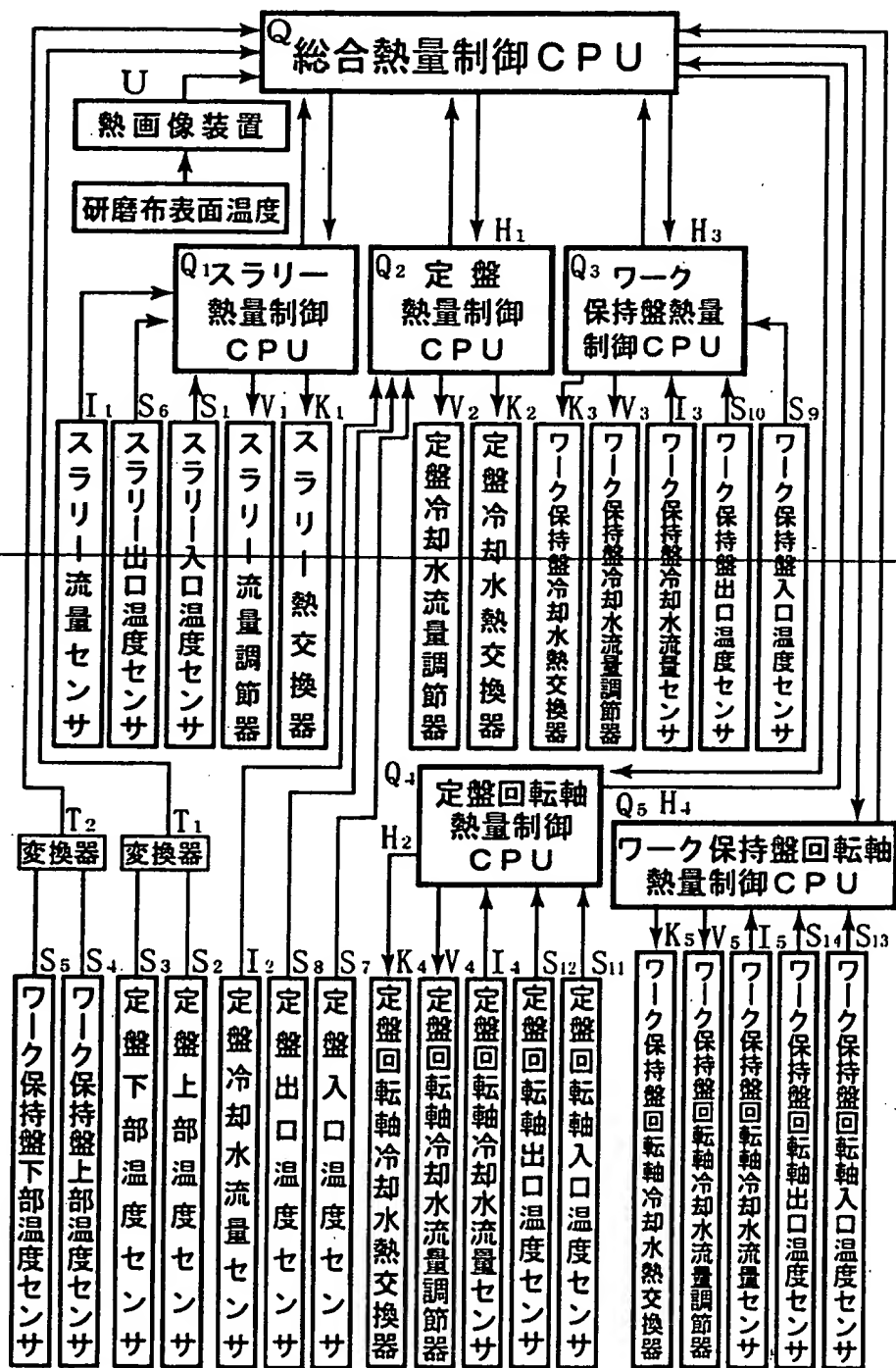


【図8】

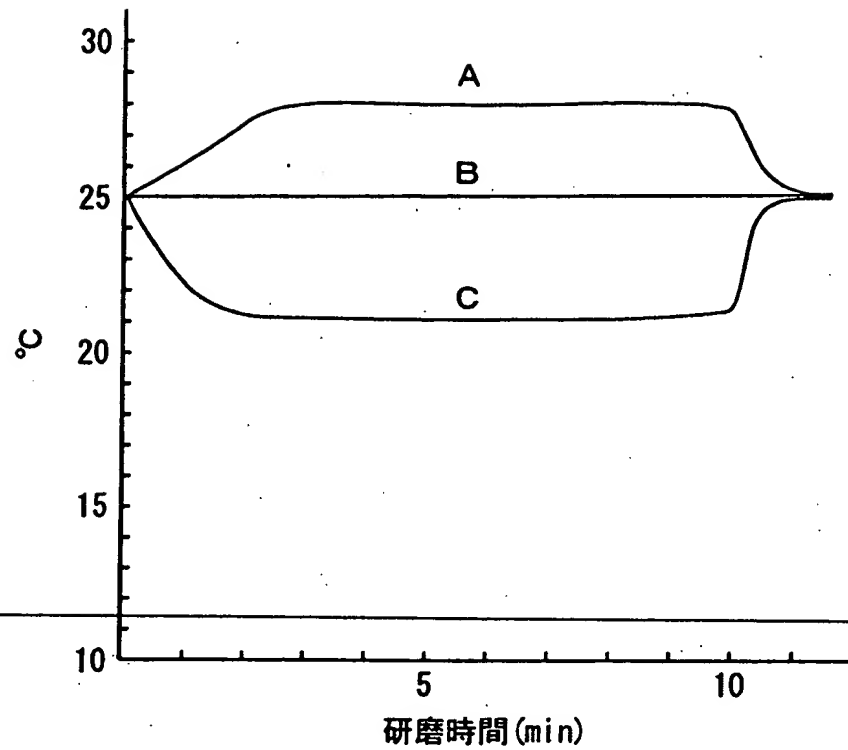


【図9】

総合熱量制御フローチャート



【図10】



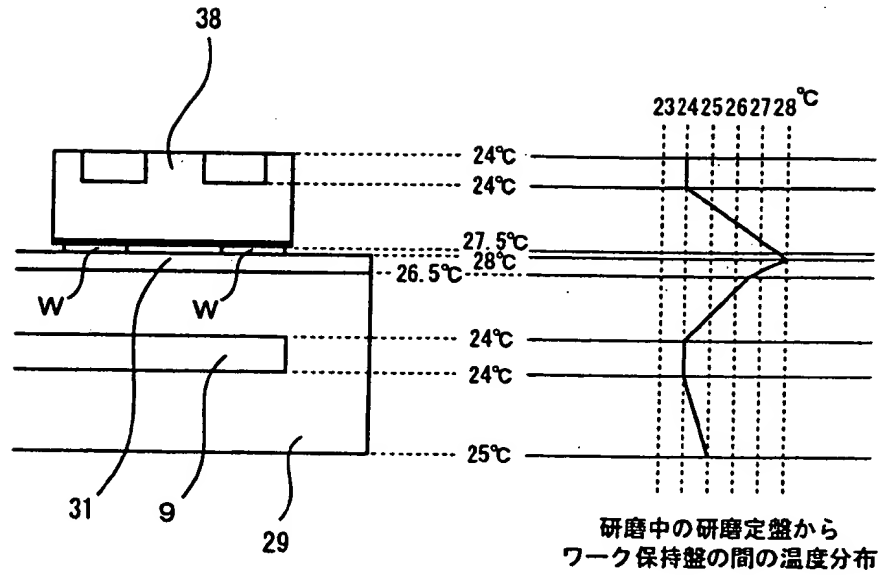
A : 研磨布表面温度

B : 研磨剤溶液戻り温度 (S_6)

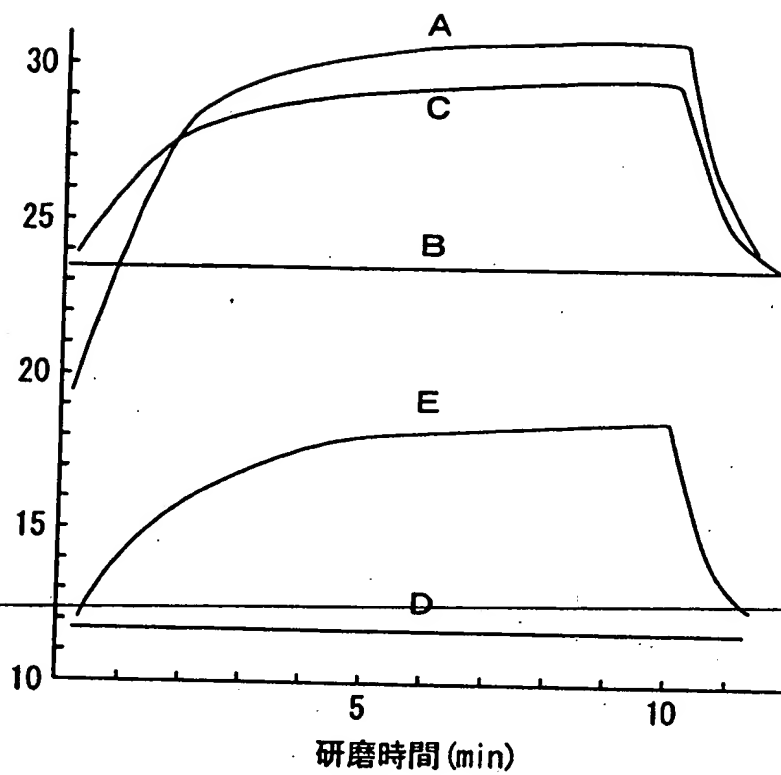
C : 研磨剤溶液供給温度 (S_1)

研磨剤溶液供給量30 l/min

【図 11】

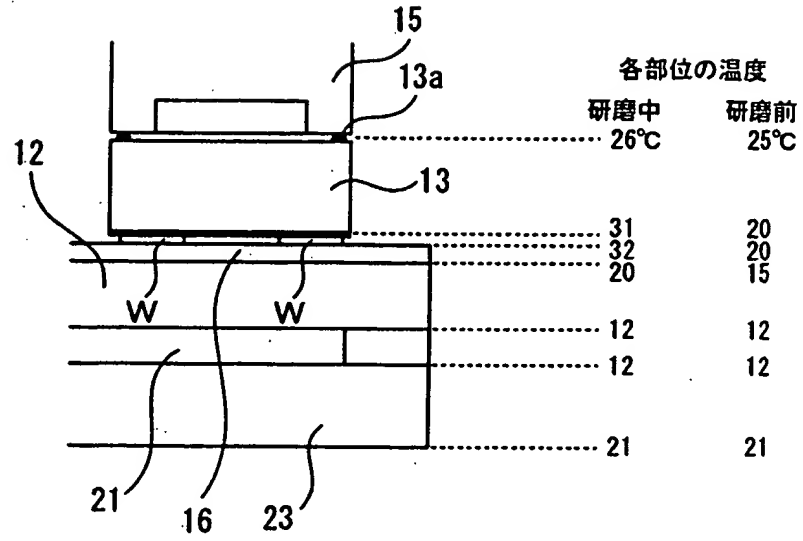


【図12】

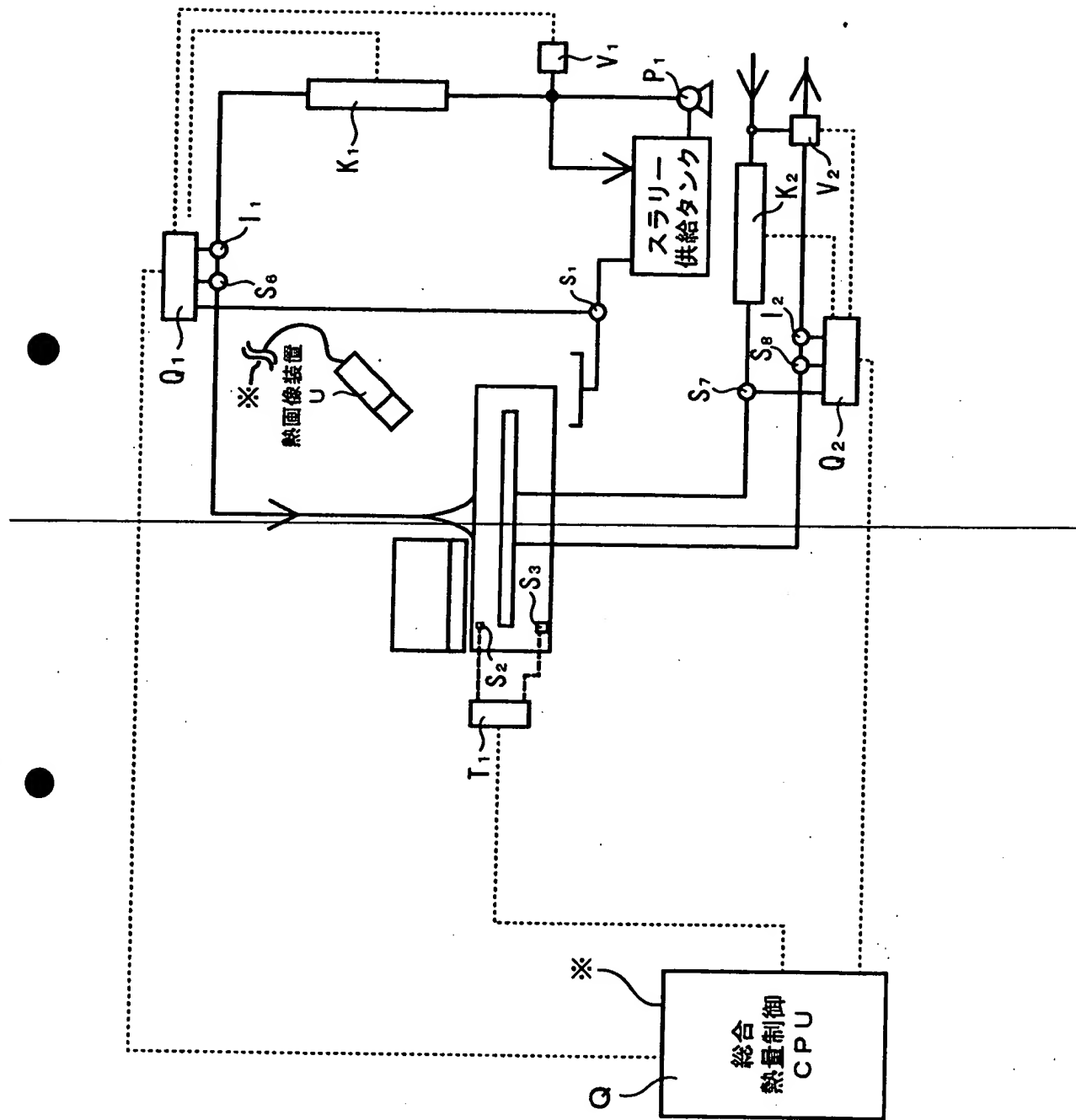


- A : 研磨布表面温度
- B : 研磨剤溶液供給温度
- C : 研磨剤溶液戻り温度
- D : 研磨定盤冷却水供給温度
- E : 研磨定盤冷却水戻り温度

【図 1 3】

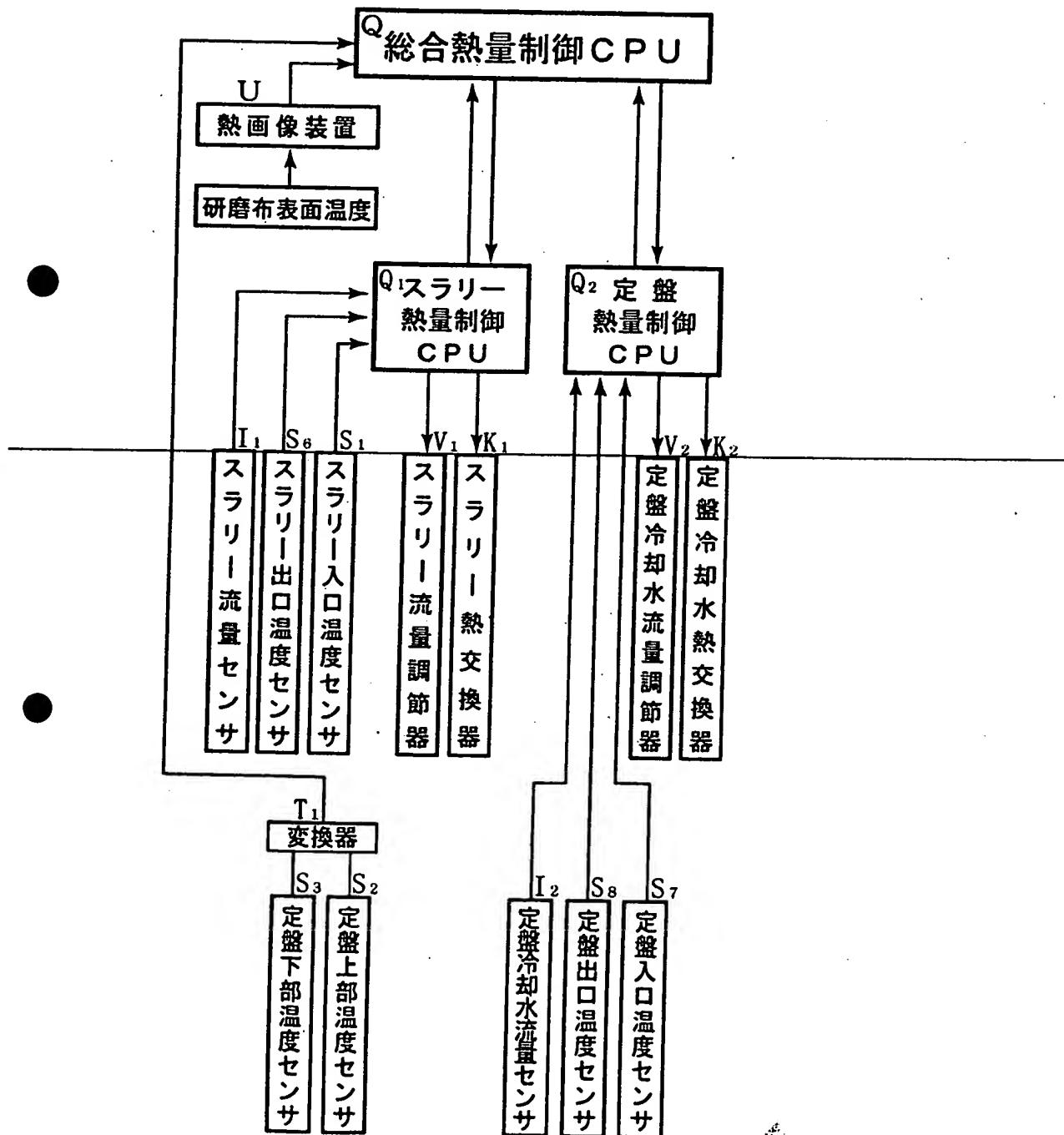


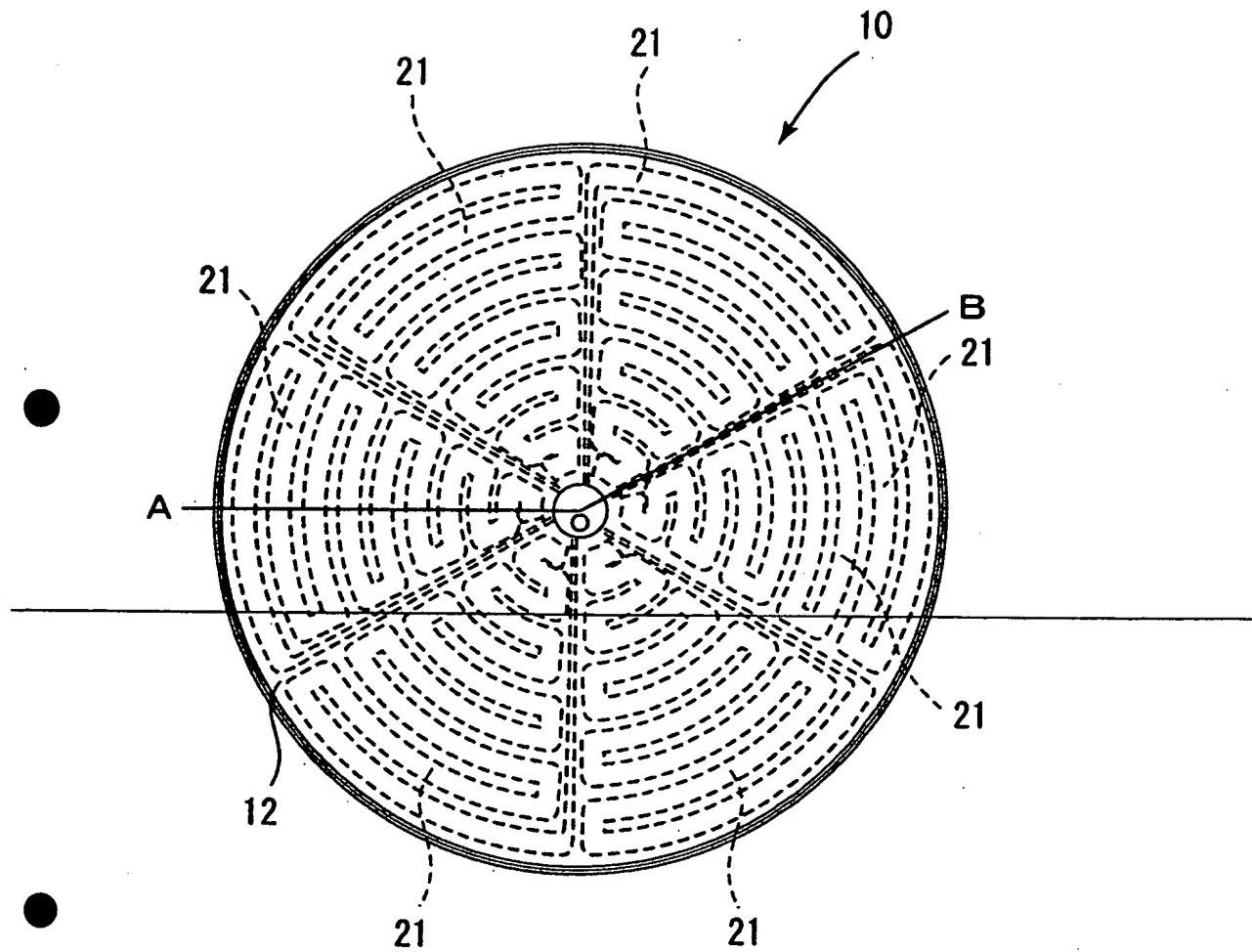
【图 14】



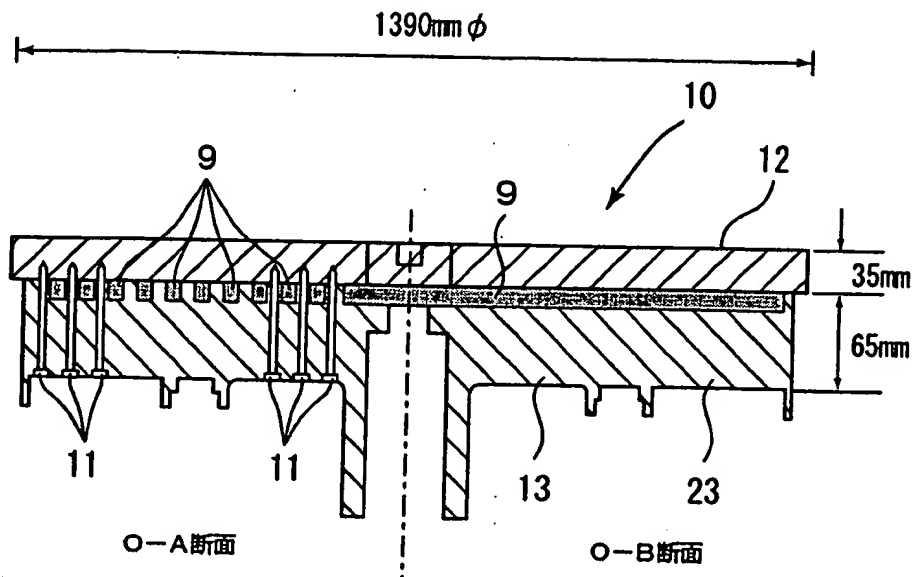
【図15】

総合熱量制御フローチャート

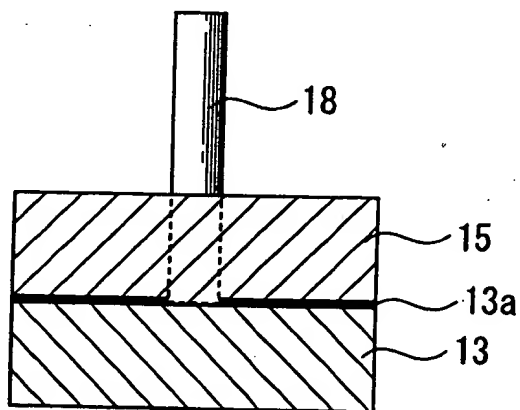




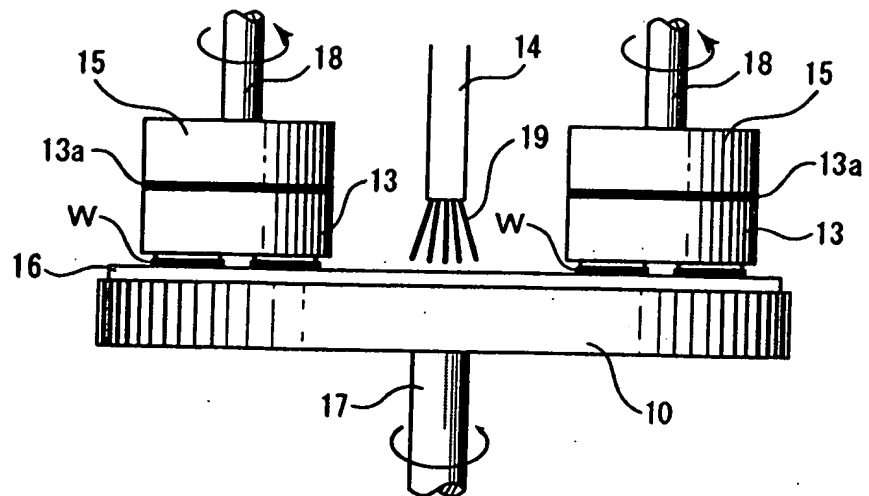
【図 17】



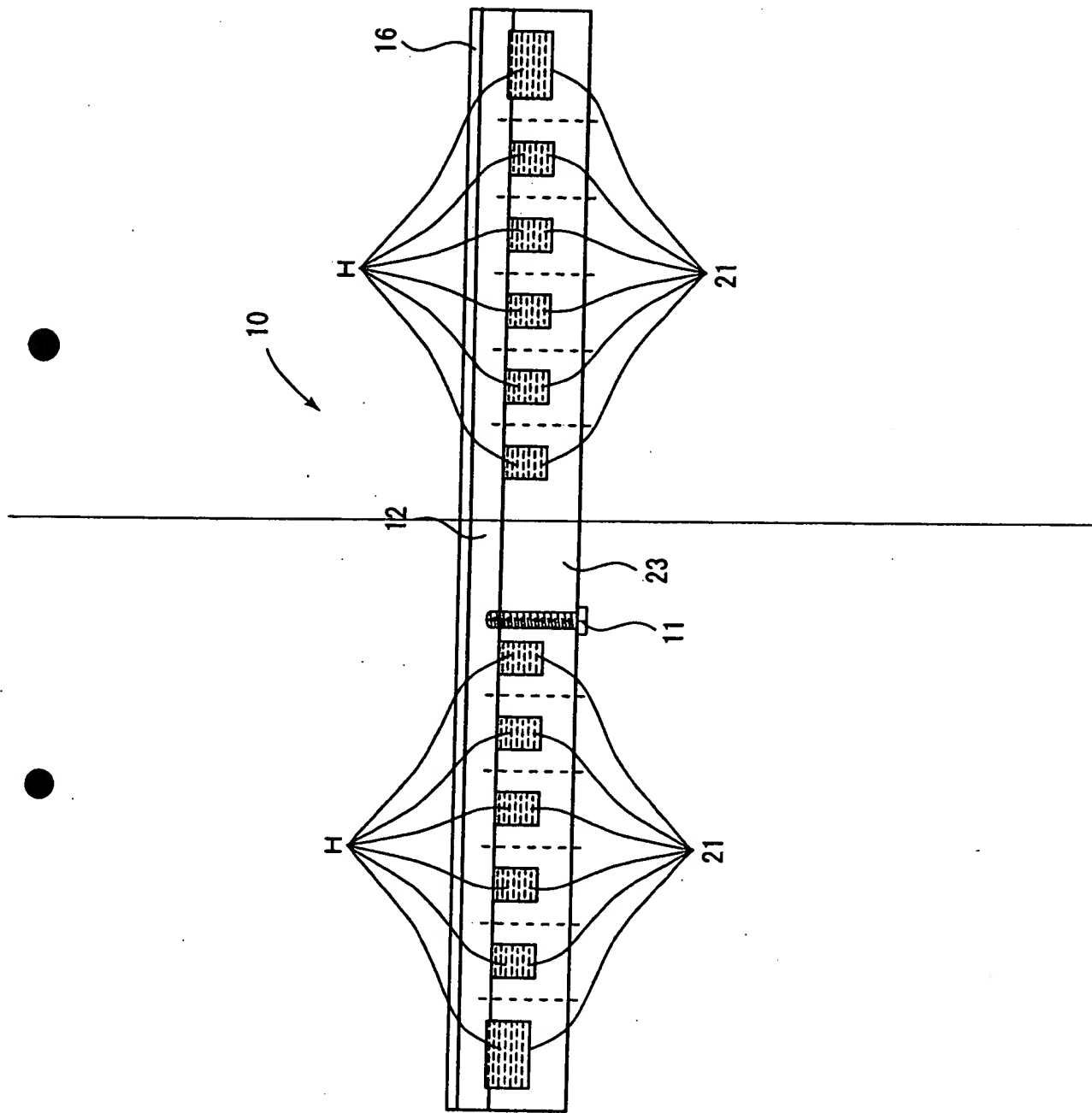
【図 18】



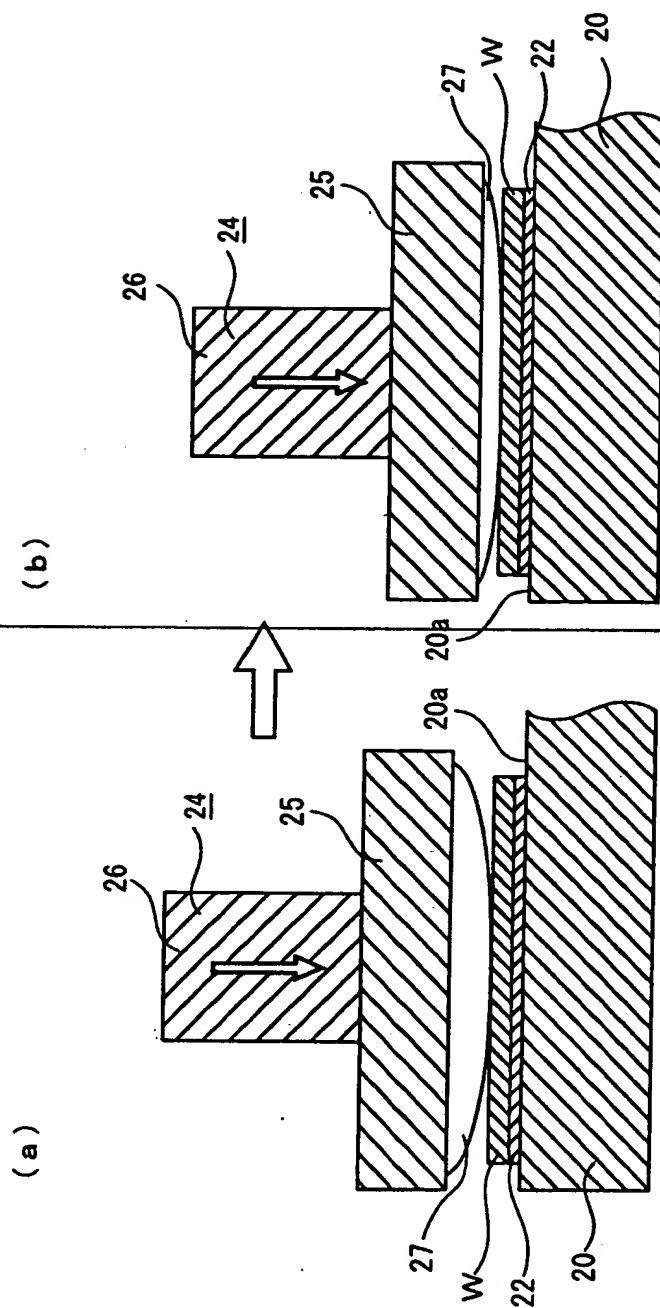
【図 19】



【図20】

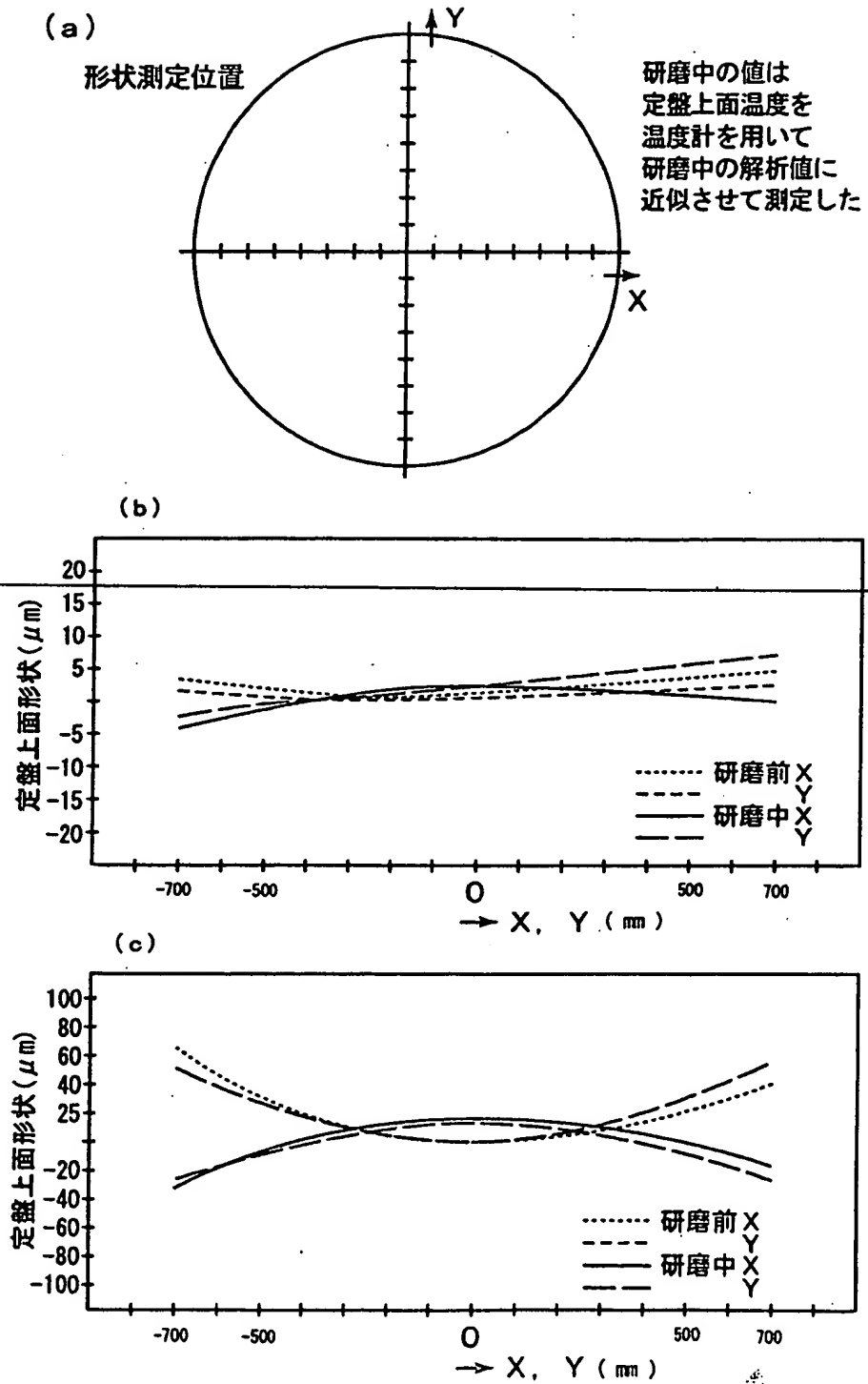


【図 21】





【図 2 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

ワーク（ウェーハ等）の高効率、高精度鏡面加工を可能とした研磨装置、研磨方法、ワークを効率的に保持する新規なワーク保持盤及びワークを当該ワーク保持盤へ高精度に接着することのできるワークの接着方法を提供する。

【解決手段】

研磨定盤とワーク保持盤とを有しワーク保持盤に保持されたワークを研磨剤溶液を流しつつ研磨する研磨装置であって、研磨動作時における研磨定盤の定盤表面の法線方向での変形量及び／又はワーク保持盤のワーク保持面の法線方向での変形量を $100\mu\text{m}$ 以下に抑制するようにした。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000190149]

1. 変更年月日

1990年 8月 7日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

氏 名

信越半導体株式会社

出願人履歴情報

識別番号

[390004581]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

群馬県群馬郡群馬町足門762番地

氏 名

三益半導体工業株式会社